ANNALES
DE
L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
I. N. R. A.
Station d'Angers
BIBLIOTHÈQUE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE B

ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

GÉNÉTIQUE - SÉLECTION - ÉCOLOGIE
TECHNIQUES CULTURALES

Année 1958

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler – Paris

LE ROLE DU TUBERCULE-MÈRE DANS L'ÉVOLUTION DES GERMES DE LA POMME DE TERRE

PAR

P. MADEC

Station d'Amélioration de la Pomme de terre, Landerneau.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction.**
II. — **Méthodes de travail.**
La méthode de greffage.
La méthode d'excision des yeux.
III. — **Les expériences de greffage d'yeux.**
Les expériences de 1956.
Les expériences de 1957.
IV. — **Les expériences d'excision des yeux.**
V. — **L'action des substances inhibitrices de la germination sur l'incubation.**
VI. — **Discussion.**
VII. — **Résumé.**

I. — INTRODUCTION

Dans une précédente étude (10) nous avons montré que le germe de pomme de terre peut, tout comme une plante normale, parcourir toutes les étapes du développement (tubérisation, floraison et maturité) tout en ne dépendant au point de vue nutrition que du tubercule-mère. A la suite de Savic (14) et de Claver (4,5) nous avons appelé *stade d'incubation* le stade de tubérisation des germes, et *période*, ou *phase d'incubation*, le temps s'écoulant entre le départ de la germination et la formation des nouvelles ébauches de tubercules par les germes. La rapidité de ce développement est étroitement soumise aux conditions du milieu : elle est favorisée par l'humidité, la chaleur et l'obscurité, au moins après le départ de la germination. Le stade d'incubation est atteint d'autant plus tôt que la température de conservation a été plus élevée (limite supérieure

expérimentée jusqu'à présent : 20° et que l'exposition à cette température a été plus longue.

Cette évolution des germes a une importance pratique considérable. Son action sur la vigueur, la précocité de tubérisation, la productivité et le boulage a été démontrée dans des publications précédentes (10, 11, 12).

Elle est d'autant plus importante que, comme nous l'avons déjà souligné (10), les égermages ne suppriment pas l'incubation, mais en retardent simplement la manifestation. Des différences existant sous le rapport de l'évolution entre deux lots de tubercules d'une même variété se conservent après un égermage simultané des deux lots et une croissance des nouveaux germes dans un même milieu. Ceci nous a conduit à écrire (10) que : « L'action des facteurs du milieu inducteurs de l'incubation pourrait donc être transmise par le tubercule : transformations chimiques dans le tubercule lui-même ou dans les bourgeons dormants des yeux qui après chaque égermage donnent naissance aux germes ultérieurs, qui seraient donc dans une certaine mesure préincubés dès leur formation. »

Nous posions ainsi la question de savoir quelle partie du tubercule, les « réserves [1] » ou les bourgeons des yeux, est responsable de l'évolution des germes : les bourgeons inhibés par la dominance apicale du premier germe ont-ils comme ce dernier évolué sous l'action du milieu tout en n'ayant pas subi de croissance, ou bien est-ce une (ou plusieurs) transformation quelconque dans les substances de réserve qui accélère l'évolution des nouveaux germes lorsqu'un égermage leur permet de croître à leur tour?

Ce sont ces deux hypothèses qui font l'objet de la présente étude.

II. — MÉTHODES DE TRAVAIL

L'étude de ce problème pouvait être abordée de plusieurs façons :

1° soumettre différents yeux d'un même tubercule à des températures différentes ;

2° faire pousser des bourgeons identiques sur des tubercules différemment incubés ;

3° faire pousser des bourgeons différents sur des tubercules identiques.

La première rencontre de grandes difficultés techniques et n'a pu être expérimentée avec succès.

La seconde a été réalisée par greffage d'yeux sur des tubercules différents en 1956 et en 1957.

[1] Pour des raisons de commodité, le terme « réserve » est utilisé pour désigner le tubercule et tout ce qu'il contient (tissus divers et substances diverses), abstraction faite des seuls tissus organisés en bourgeons dans les yeux. Le terme « réserve » ne préjuge en rien de la nature des substances évoquées dans la suite de cet article.

La troisième l'a été par excisions d'yeux en 1956 et 1957, et également par greffage d'yeux « différents » sur des tubercules identiques.

Pour des raisons de commodité nous exposerons successivement les expériences de greffages et les expériences d'excisions. Tous les travaux ont été réalisés sur la variété *Bintje*.

1° La méthode de greffage.

Divers types de greffage et de ligature ont été essayés. La méthode utilisée par HARVEY et al (8) n'a pas été expérimentée. Le procédé qui nous a donné les meilleurs résultats et qui a seul été retenu par la suite

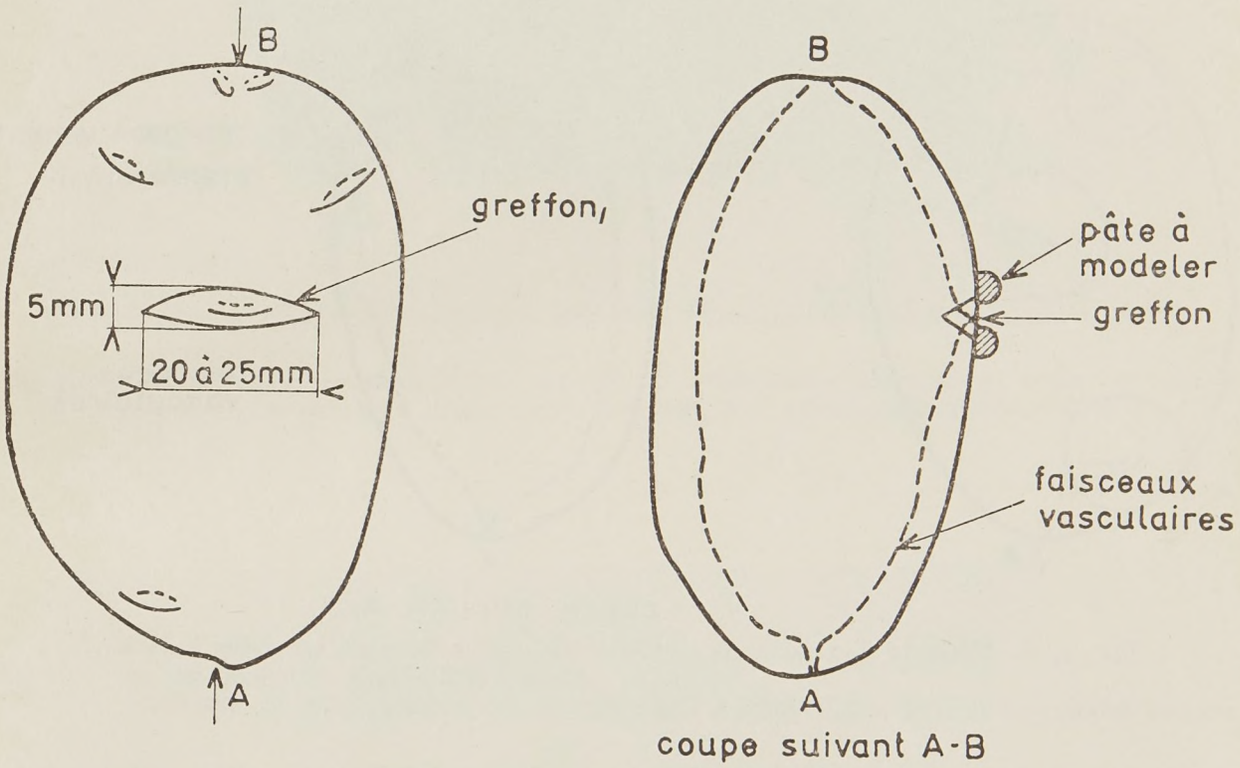


FIG. 1. — Méthode de greffage. A gauche : insertion du greffon. A droite : coupe longitudinale.

consiste à ménager, en enlevant un œil au scalpel, une fente dans le tubercule porte-greffe et à y insérer un nouvel œil porté par un greffon prismatique de mêmes dimensions prélevé sur un autre tubercule (fig. 1). Une bande de pâte à modeler recouvre la zone de jonction pour éviter la dessiccation et maintenir le greffon en place.

Les greffons pèsent de 0,05 g à 0,10 g. Dans les greffes réussies il se forme un bourrelet cicatriciel entre les faisceaux vasculaires du porte-greffe et ceux du greffon et le germe se développe normalement pour atteindre rapidement un poids plusieurs fois supérieur à celui du greffon.

Dans le cas contraire l'œil greffé ne forme qu'un germe extrêmement grêle, analogue aux germes fileurs et très pauvre en anthocyanes et dont le poids ne peut dépasser celui du greffon, de telle sorte qu'il est facile de

déceler rapidement, même sans enlever la pâte à modeler et vérifier la soudure, les greffes réussies. Le pourcentage de réussite a été de 10 à 30 p. 100, suivant les cas.

2° La méthode d'excision

Elle a été mise au point par ASSEYEVA (1, 2) pour l'étude des mutations somatiques (chimères) chez la pomme de terre et utilisée depuis par nous (non publié) et d'autres auteurs dans le même but.

Elle consiste à exciser les yeux à environ 2 mm de profondeur (fig. 2). Cette ablation oblige de nouveaux méristèmes à se former à partir des

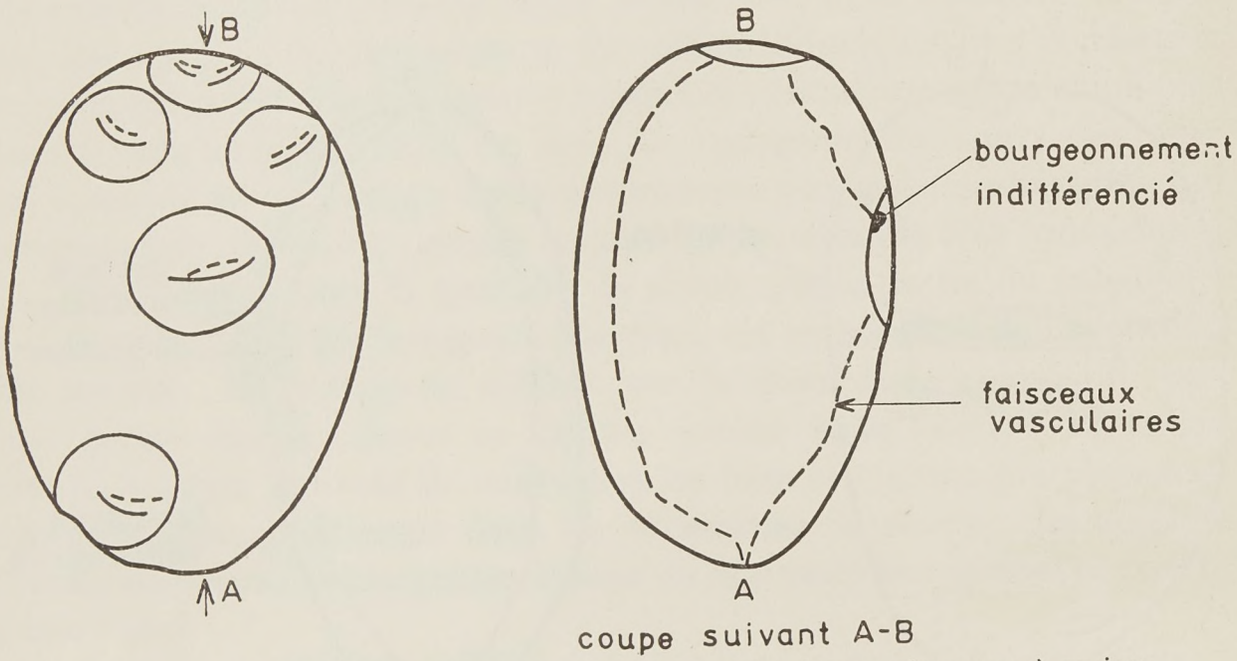


FIG. 2. — Méthode d'excision. A gauche : les cercles figurent les zones à exciser. A droite : coupe longitudinale montrant un point de formation debourgeonnement indifférencié à l'affleurement des vaisseaux sur la cicatrice.

faisceaux vasculaires qui affleurent au niveau de la cicatrice. Ces méristèmes donnent tout d'abord, au bout de 4 à 6 semaines après l'opération, une petite masse indifférenciée, comme au début des cultures de méristèmes *in vitro* ; cette masse se différencie assez rapidement en germe normal, le plus souvent en 8 à 10 jours après l'apparition du bourgeonnement indifférencié.

Au moment de l'opération chaque tubercule est divisé longitudinalement en deux moitiés, l'une non traitée servant de témoin. On procède à l'ablation de tous les yeux de la moitié traitée, cette condition nous ayant paru plus favorable à la formation des nouveaux méristèmes qui ne se trouvent pas alors en concurrence avec des bourgeons normaux. Dans ces conditions, suivant le stade physiologique des tubercules traités, on a obtenu une formation de méristèmes intéressant de 30 à 50 p. 100 des tubercules traités, à raison de un, et plus rarement deux ou davantage, méristème, par tubercule.

PHOTO. 1. — Développement des germes initiaux sur 4 tubercules différemment conservés jusqu'au 15-3-1956. De gauche à droite : 18°, 12°, 5-8°, 2-3° *(photo prise le 2 mai 1956)*.

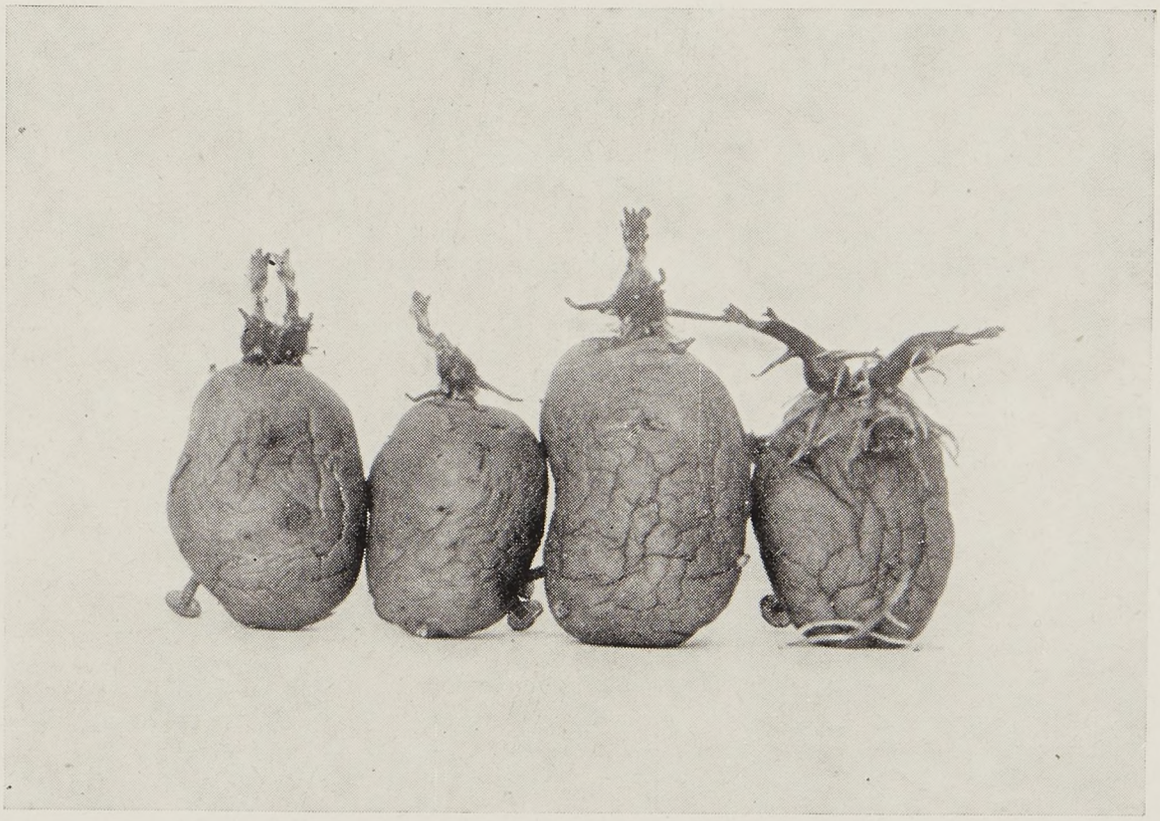


PHOTO. 2. — Développement simultané de germes, après égermage du 4-4-1956, sur 4 tubercules différemment conservés jusqu'au 15-3-1956. De gauche à droite : 2-3°, 5-8°, 12°, 18° *(photo prise le 28 mai 1956)*.

PHOTO. 3. — Germes issus de greffes d'yeux (le plus long germe pour chaque tubercule). A gauche $\frac{J}{J}$, peu ramifié, à droite $\frac{J}{V}$, très ramifié *(photo prise le 7 juin 1956)*.

En 1956, on a fait subir aux moitiés témoins un pourcentage de blessures équivalent à celui des moitiés traitées en pratiquant des excisions de même importance entre les yeux. Cette précaution n'a pas paru indispensable et n'a pas été pratiquée en 1957. Au moment de l'apparition du début de bourgeonnement sur la moitié excisée, on égerme la moitié témoin de façon que toutes deux forment simultanément de nouveaux germes, l'une à partir de bourgeons existant depuis la formation du tubercule, l'autre à partir de bourgeons de formation récente.

III. — LES EXPÉRIENCES DE GREFFAGE D'YEUX

1° Les expériences de 1956

Un même lot de *Bintje* a été partagé en quatre parties qui ont subi à partir du 25 novembre 1955 quatre modes de conservation différents : dans une serre à 18°, dans un local à 12°, dans un germoir à 5-8° et dans un frigorifique à 2-3°. Tous ces locaux, sauf le frigorifique, étaient éclairés naturellement. Ces plants étaient destinés à mieux étudier l'action de l'« incubation » sur le comportement au champ, dont les résultats seront publiés ultérieurement.

Il suffit de signaler ici, étant donné que ce sont ces mêmes lots qui ont été utilisés pour le présent travail, les résultats obtenus sous le rapport de l'incubation pour les quatre traitements, après un séjour dans les mêmes conditions de conservation (germoir) depuis le 15 mars 1956 et une mise en tubérisation à l'obscurité sur de la mousse humide le 5 mai 1956 (tableau I).

TABLEAU I

Incubation de Bintje *après conservation différente du* 25-11-55 *au* 15-3-56 *et identique du* 15-3 *au* 5-5-56.

Nombre de jours à l'obscurité pour obtenir :	Mode de conservation			
	18°	12°	5-8°	2-3°
50 % de tubercules incubés.....	3	5	31	54
100 % de tubercules incubés.....	10	14	47	80

La photo 1 prise le 2-5-56 montre l'état des germes initiaux de ces quatre traitements au moment de leur mise en tubérisation.

La photo 2 prise le 28-5-56, représente l'état des seconds germes sur ces quatre mêmes lots après un égermage du 4-4-56. Comme on a déjà vu (10, 12) que l'abondance de stolons, toutes conditions égales par ailleurs, était liée à un état d'incubation avancé des germes, elle illustre bien, par les différences de ramifications existant entre les germes des différents tuber-

cules, et comparables à celles de la photo 1, la répercussion de l'état physiologique des tubercules-mères sur l'évolution de germes poussant simultanément dans le même milieu.

Le 15 février 1956, on prélève une partie des lots en conservation à 5-8° et à 18°. A cette date la comparaison des germes montre déjà que ceux de ce dernier sont plus évolués, c'est-à-dire plus âgés physiologiquement que ceux du premier.

5-8°	18°
1 germe par tubercule	1 germe par tubercule
longueur 2 cm à 2,5 cm	longueur 2,5 cm à 3,5 cm
bourgeon terminal fermé	bourgeon terminal ouvert
base du germe non renflée	base du germe fortement renflée
stolons naissants (moins de 3 mm)	stolons de 5 à 10 mm
2 à 3 ébauches de stolons par germe	3 à 5 stolons par germe

Par la suite, pour simplifier, le lot conservé à 18° sera désigné par V (= vieux) et celui conservé à 5-8° par J (= jeune). Le 17-2-56 on fait les greffages d'yeux J sur tubercules V, $\left(\frac{J}{V}\right)$, avec comme témoin yeux J sur tubercules J, $\left(\frac{J}{J}\right)$, à raison d'un greffon par tubercule porte-greffe.

Au bout de six semaines il est possible de noter les greffes réussies.

Le 28-5-56 les germes produits par ces greffages donnent lieu aux notations rapportées dans le tableau II et illustrées par la photo 3.

TABLEAU II

Notations du 28-5-56 sur les germes issus des greffes $\frac{J}{J}$ *et* $\frac{J}{V}$.

Traitement	longueur moyenne des germes en mm.	nombre moyen de stolons de plus de 3 mm. par germe	longueur moyenne du plus long stolon en mm.	nombre de germes présentant des stolons secondaires	Total de greffes observées
$\frac{J}{J}$	25,2	3,6	17,4	0	5
$\frac{J}{V}$	25,0	4,8	21,8	4	5

Le petit nombre d'individus observés ne permet pas une interprétation statistique des résultats. Néanmoins on voit que les germes $\frac{J}{V}$ montrent très nettement une plus grande ramification : nombre et longueur des stolons principaux légèrement supérieurs, mais surtout présence de stolons secondaires (ou ramifications des stolons primaires), manifestant déjà par là l'influence du tubercule porte-greffe puisque les conditions du milieu externe sont les mêmes.

Les 2 séries sont mises simultanément en tubérisation à l'obscurité sur de la mousse humide le 7 juin (tableau III).

TABLEAU III

Nombre de greffes tubérisées après mise en tubérisation le 7-6-56 *(résultats sommés).*

Traitement	Dates d'observation							Total observé
	15/6	18/6	22/6	2/7	11/7	19/7	29/7	
$\frac{J}{J}$	1	1	2	2	3	4	5	5
$\frac{J}{V}$	2	5						5

Ce résultat montre que le stade d'incubation des germes $\frac{J}{V}$ est atteint plus tôt que celui des germes $\frac{J}{J}$, indiquant par là le rôle des réserves du tubercule, au sens large, sur l'évolution des germes.

Les observations du 28 mai sur les divisions des germes de ces deux séries de greffes laissant prévoir ce comportement, nous faisons le 29 mai le greffage inverse en prélevant des yeux sur des tubercules physiologiquement âgés et en les greffant sur des tubercules plus « jeunes », le témoin étant constitué par les mêmes yeux greffés sur des tubercules « âgés ».

Le lot J choisi est le lot précédemment conservé à 2-3° et le lot V le lot précédemment conservé à 12° qui séjournaient dans les mêmes conditions de milieu au germoir depuis le 15 mars comme on l'a signalé plus haut.

Au moment du greffage les tubercules V ont des germes extrêmement ramifiés dont la plupart ont déjà formé de petits tubercules. On n'a utilisé que les yeux non germés, ou à germes peu développés qui ont en ce cas été égermés.

Les observations du 9-7-56 sur les greffes réussies sont consignées dans le tableau IV.

TABLEAU IV

Notations du 9-7-56 *sur les germes issus des greffes* $\frac{V}{J}$ *et* $\frac{V}{J}$.

Traitement	Longueur moyenne des germes en mm	Nombre moyen de stolons de plus de 3 mm par germe	Longueur moyenne du plus long stolon en mm	Nombre de germes présentant des stolons secondaires	Total de greffes observées
$\frac{V}{V}$	20,7	10,8	21,2	6	8
$\frac{V}{J}$	23	5,1	16,3	0	8

Ces résultats sont absolument comparables à ceux de l'expérience précédente (tableau II) et confirment l'influence primordiale du tubercule porte-greffe sur le développement des germes.

A la mise en tubérisation à l'obscurité le 9-7-56, nous ajoutons aux deux séries de greffages, deux témoins, respectivement V et J, pris dans les mêmes lots et porteurs de leurs germes propres qu'on a pris soin, par un égermage préalable, de faire se développer en même temps et dans les mêmes conditions que ceux des greffes. Le tableau V donne les résultats de cette comparaison.

TABLEAU V

Nombre de greffes et de témoins tubérisés après mise à l'obscurité le 9-7-56 *(résultats sommés).*

Traitement	Dates d'observation										Total observé
	13/7	16/7	19/7	21/7	24/7	29/7	1/8	4/8	8/8	11/8	
$\frac{V}{V}$	4	8									8
$\frac{V}{J}$			2		5	6	7			8	8
Témoin V	6	9	11	12							12
Témoin J			2			7		9		12	12

L'identité de comportement des greffes $\frac{V}{V}$ et du témoin V d'une part, et des greffes $\frac{V}{J}$ et du témoin J d'autre part est évidente, de même que les différences existant entre ces deux groupes.

Ces faits soulignent bien le rôle majeur des « réserves » dans l'évolution des germes, et laissent supposer, par l'identité des greffes $\frac{V}{J}$ et du témoin J où les germes étudiés sont respectivement issus d'yeux V et d'yeux J, l'absence d'importance de la nature des bourgeons des yeux, ou si l'on préfère, des conditions du milieu qu'ils ont directement subies.

C'est pour mieux vérifier ce point qu'en 1957 on a mis sur pied une expérience plus complète qui, en même temps que des greffages d'yeux identiques sur des tubercules différents, comportait le greffage d'yeux issus de tubercules différents sur des tubercules identiques.

2° Les expériences de 1957

Un même lot de *Bintje* a été divisé en trois parties conservées à partir du 23-11-56, l'une au frigorifique à 3-4°, désignée par J_1, la seconde au germoir à 5-10° (désignée par J_2), et la troisième en serre à 18° (désignée

par V) jusqu'au 22 mars 1957. L'observation des germes, au moment des greffages réalisés du 29 mars au 1er avril, est la suivante :

J_1	J_2	V
en général tous les yeux sont germés germes de 0,5 cm. bourgeon fermé pas de ramifications	en général 1 germe par tubercule germes de 2 à 2,5 cm. bourgeon demi-ouvert stolons nuls ou naissants	1 germe par tubercule germes de 4 à 5 cm. bourgeon ouvert rameaux et stolons nombreux, de 0,5 cm à 1,5 cm.

Les diverses combinaisons possibles entre ces trois groupes de tubercules ont été effectuées. Malheureusement les greffages faits sur le porte-greffe J_2 n'ont pu être pris en considération dans ce qui suit, ayant eu une très mauvaise reprise et donné des résultats trop variables en raison d'une forte infestation de ces tubercules par la gale argentée (*Spondylocladium atrovirens* Harz.).

Les résultats des mensurations de germes faites au germoir le 1er juin 1957 sont donnés dans le tableau VI.

Tableau VI

Notations du 1-6-57 sur les germes issus de différentes combinaisons de greffages.

Traitement et date du greffage		longueur moyenne du germe en mm.	Nombre de stolons de plus de 3 mm par greffe	longueur moyenne du plus long stolon en mm.	Nombre de greffes présentant des stolons secondaires	Nombre de greffes à germes multiples	Total observé
$\frac{V}{J}$	29/3	25,1	4,1	23	6	0	14
$\frac{J_1}{V}$	29/3	24,5	4,0	23,1	3	1	8
$\frac{J_2}{V}$	29/3	reprise très mauvaise et petit nombre d'individus. Ne peuvent être prises en considération pour la description des germes.					
$\frac{V}{J_1}$	30/3	23,6	2,7	15	0	3	22
$\frac{J_2}{J_1}$	30/3	22,2	2,3	15,1	0	4	23
$\frac{J_1}{J_1}$	1/4	22,2	1,6	6,3	0	15	30

Les yeux V et J_1, qui ont subi au cours de la conservation antérieure au 22 mars des influences externes très différentes, se comportent identiquement sur le porte-greffe V quant au nombre et à la longueur des stolons, et à la présence de stolons secondaires.

Il en est de même des yeux V et J_2 sur le porte-greffe J_1. Dans ce dernier cas cependant, les yeux J_1 donnent des germes moins ramifiés. Nous pensons que ceci doit s'expliquer par le fait que les tubercules J_1

avaient la grande majorité de leurs yeux germés au moment du greffage. Un égermage des greffons J_1 a été nécessaire, contrairement aux greffons J_2 et V qui n'étaient pas germés en raison de la dominance apicale s'exerçant sur les yeux latéraux. Cet égermage a été la cause d'un léger retard de croissance, et surtout d'une formation de plusieurs germes par œil, qui, comme l'indique le tableau VI est significativement plus élevée pour les greffons J_1. A notre avis c'est la concurrence s'exerçant entre ces germes multiples qui est cause des différences de ramifications, plutôt qu'une différence fondamentale d'évolution des yeux J_1, ainsi que le démontrent les résultats de la mise en tubérisation à l'obscurité sur de la vermiculite humide le 4-6-57. Ces résultats sont rapportés dans le tableau VII et illustrés par la figure 3.

TABLEAU VII

Comptages de greffes tubérisées après mise à l'obscurité le 4-6-57.

Traitement	Dates d'observation					Total examiné
	12/6	19/6	26/6	4/7	19/7	
$\frac{V}{V}$	15	3				18
$\frac{J_2}{V}$	5					5
$\frac{J_1}{V}$	9					9
Total $\frac{V + J_2 + J_1}{V}$ ...	29	3				32
$\frac{V}{J_1}$		7	4	4	7	22
$\frac{J_2}{J_1}$		13	3	3	6	25
$\frac{J_1}{J_1}$		13	4	4	9	30
Total $\frac{V + J_2 + J_1}{V}$ ...		33	11	11	22	77

Quelles que soient les influences de milieu (température notamment) subies directement par les bourgeons des yeux au cours de leur conservation antérieure (V, J_2 ou J_1), leur comportement est identique sur un même tubercule porte-greffe : ils donnent des germes rapidement divisés et à tubérisation rapide sur des tubercules physiologiquement âgés (V) et des germes peu divisés, à tubérisation nettement plus tardive sur des tubercules physiologiquement moins évolués (J_1).

Ceci permet de conclure que les bourgeons des yeux n'évoluent pas directement sous l'influence du milieu externe, mais que l'évolution des germes produits ne fait que refléter l'état physiologique du tubercule

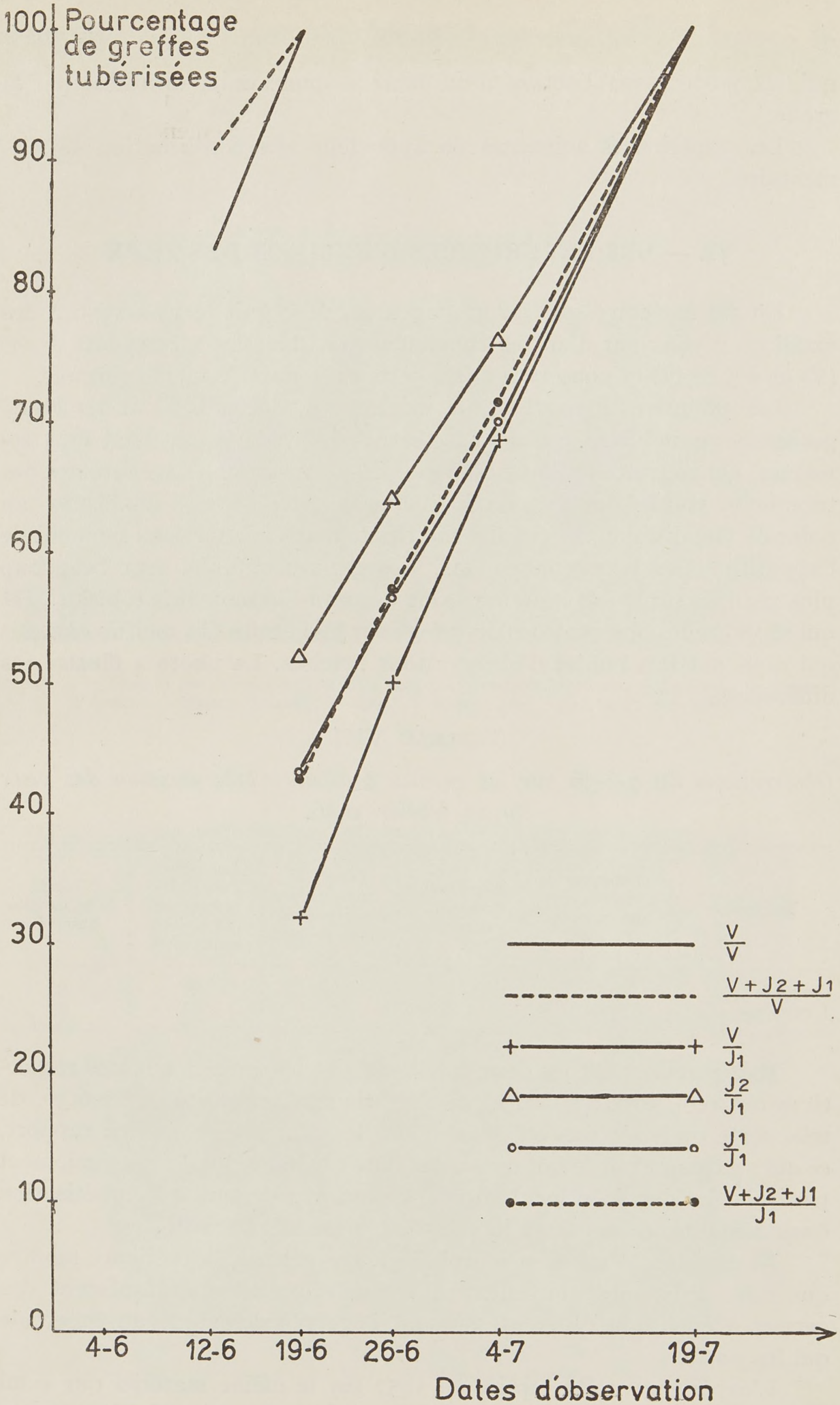


FIG. 3. — Représentation graphique, en fonction des dates d'observation, du pourcentage de greffes tubérisées pour les diverses combinaisons mises à l'obscurité le 4-6-1957.

qui les porte, sous l'action d'un facteur quelconque diffusible par la greffe.

Les expériences suivantes en apportent une confirmation supplémentaire.

VI. — LES EXPÉRIENCES D'EXCISION DES YEUX

En même temps que les greffages, on procédait le 15-2-1956 à des excisions d'yeux sur d'autres tubercules pris dans les mêmes lots à 18° (V) et à 5-8° (J) et conservés après cette date dans le même germoir.

Les premières formations de méristèmes, décelables par les bourgeonnements indifférenciés sur la cicatrice, sont notées au bout de 5 semaines. On constate au bout d'un certain temps, que les méristèmes des tubercules traités donnent dans chaque cas des germes analogues, au point de vue division, à ceux des moitiés témoins égermées au moment de l'apparition des bourgeonnements. Les germes obtenus sont beaucoup plus ramifiés sur le lot V que sur le lot J, comme le montre le tableau VIII qui rapporte les observations du 7-6-56 sur les germes des moitiés excisées qui seuls ont fait l'objet d'observations précises. La photo 4 illustre ces différences.

Tableau VIII

Observations du 7-6-56 sur les germes produits après excision des yeux du 15 février 1956.

Traitement	Longueur moyenne des germes en mm.	Nombre moyen de stolons par germe	Longueur moyenne du plus long stolon en mm.	Nombre de tubercules présentant des stolons secondaires	Total de tubercules observés
V excisés	21,7	5,2	22,4	6	9
J excisés	21,9	2,1	8,2	0	9

Malheureusement les deux lots traités et les moitiés témoins respectives ont été mis trop tard en tubérisation à l'obscurité, le 22-6-56, de telle sorte qu'il n'a pas été possible de les différencier sous ce rapport, ce qui s'explique par le fait qu'à cette date tardive le lot J était également très près du « stade d'incubation », ce qui a provoqué une tubérisation quasi-instantanée des deux lots dès leur mise à l'obscurité.

Néanmoins, d'après la morphologie des germes, l'expérience montre que des méristèmes nouvellement formés donnent simultanément des germes à évolution différente suivant l'âge physiologique du tubercule qui les porte.

L'expérience a été reprise en 1957 sur le même matériel que celui servant aux greffages. Comme on l'a dit dans un chapitre précédent on n'a

PHOTO. 4. — Germes issus de demi-tubercules excisés et des moitiés-témoins respectives. De gauche à droite : J témoin, J excisé, V excisé, V témoin *(photo prise le 25 juin 1956)*.

PHOTO. 5. — A gauche, 2 tubercules témoins après égermage du 21-4-1956, à droite, 2 tubercules traités par un antigerme, sortis de conservation le 6-4-1956. *(Photo prise le 11 juin 1956)*.

pas fait subir aux moitiés de tubercules témoins des blessures égales à celles des moitiés excisées comme en 1956. L'opération a été réalisée au germoir le 9-3-57 sur deux lots conservés jusqu'à cette date à 18-20°, l'autre à 3-4° (lots V et J_1 respectivement du chapitre précédent concernant les greffages). Comme pour les greffages, le lot J_2 a été écarté à cause d'une forte infection de gale argentée. Le 9-4-57 on note les méristèmes formés dans chaque série et on égerme les moitiés de tubercules témoins correspondantes. 30 p. 100 des tubercules traités forment des méristèmes à cette date pour le lot V, et 50 p. 100 pour le lot J_1.

Les observations faites le 20-5-57 sont consignées dans le tableau IX.

Tableau IX

Notation des germes, le 20-5-57, sur les moitiés de tubercules excisées des lots V et J_1, et leurs témoins respectifs.

E = excisés T = témoins.

Traitement		Longueur moyenne du germe en mm.		Nbre de degrés de liberté	Valeur de t	Valeur de P	Nombre moyen de stolons par germe		Longueur moyenne du plus grand stolon en mm.		Nbre de degrés de liberté	Valeur de t	Valeur de P
V	E	11	11,7 ± 0,5	110	6,47	P<0,01	2,4	2,2	10,5	10,9	110	3,3	P<0,01
	T	12,4					2,0		11,3				
J_1	E	16,7	17,2 ± 0,3				0,8	0,9	4,4	4,6			
	T	17,6					1,1		4,9				

Ces tubercules sont mis à l'obscurité le 4-6-57 sur de la vermiculite humide. La tubérisation de leurs germes, notée périodiquement, est rapportée dans le tableau X et illustrée par la figure 4.

Tableau X

Notation de la tubérisation de germes sur les tubercules excisés des lots V et J_1 et leurs témoins respectifs.

Traitement		Dates d'observation						Total examiné
		12/6	19/6	26/6	4/7	19/7	30/7	
V	E	13	7					20
	T	13	7					20
J_1	E		8	10	6	16	3	43
	T		11	6	3	19	4	43

Ces résultats indiquent, comme ceux du tableau IX, l'identité dans chaque groupe des moitiés excisées E et de leurs témoins T, et les différences existant entre les deux traitements V et J_1.

Cette expérience confirme les conclusions des expériences de greffage. Les germes produits simultanément soit à partir de bourgeons en

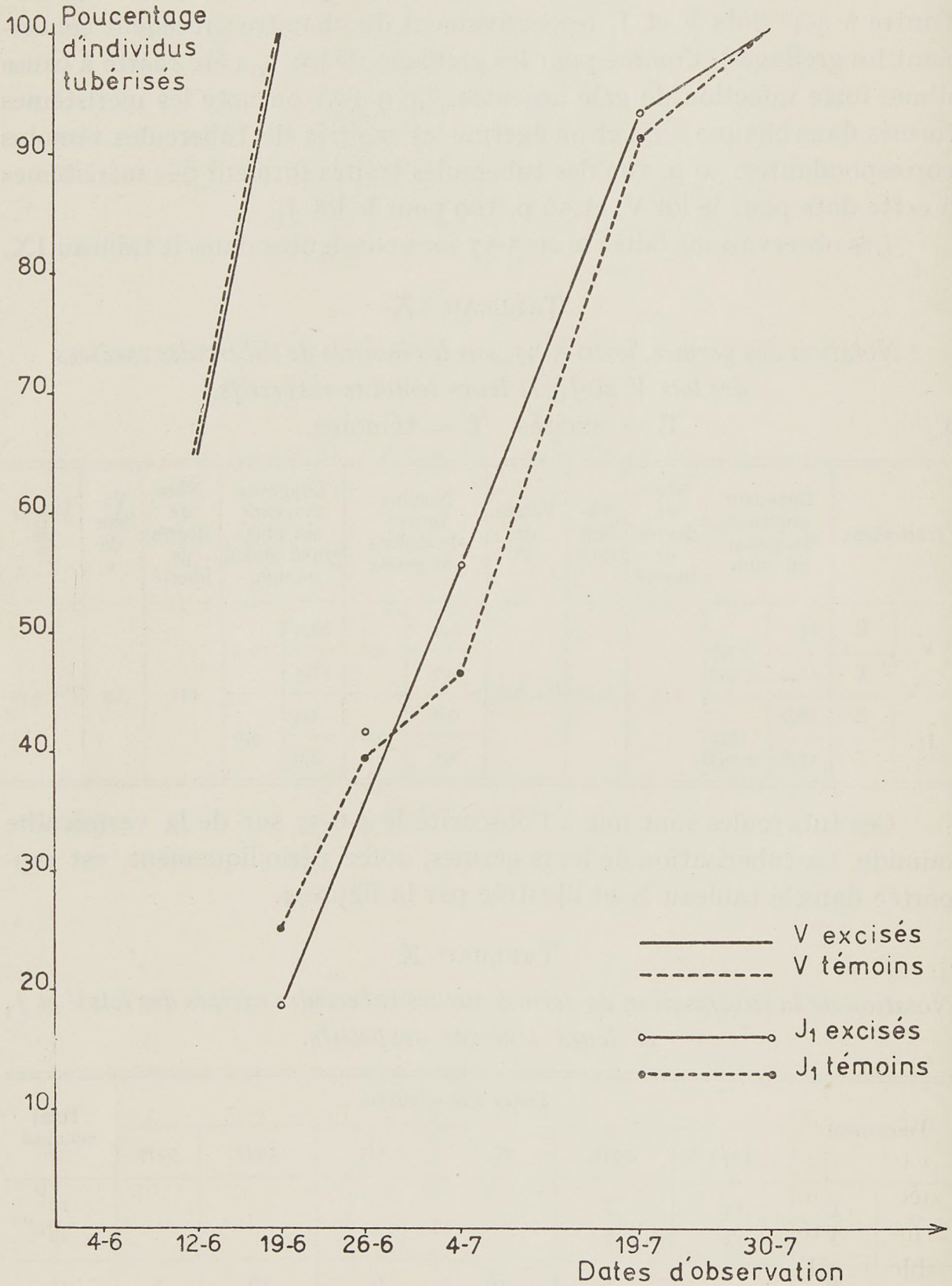


FIG. 4. — Représentation graphique, en fonction des dates d'observation, du pourcentage de germes tubérisés des traitements V et J_1 excisés et de leurs témoins respectifs.

place (méristèmes existant depuis la formation du tubercule et ayant subi depuis diverses influences du milieu), soit de méristèmes nouvellement formés après l'excision des yeux, se développent identiquement si les

tubercules sont identiques, et différemment si les tubercules sont différents sous le rapport de l'évolution. Elle montre que l'évolution des germes est sous la dépendance de transformations quelconques dans la composition du tubercule et n'est pas due à un état quelconque des bourgeons ou des méristèmes.

Jusqu'ici cependant rien n'indique que ces transformations chimiques dans les « réserves » des tubercules soient indépendantes de la germination puisque, à chaque fois, les lots V considérés, et dans une moindre mesure les lots J, avaient porté des germes avant les traitements de greffages ou d'excisions.

Il serait possible, en effet, que les germes initiaux, évoluant directement sous l'action du milieu, aient diffusé dans le tubercule une substance quelconque qui agirait ensuite sur l'évolution des germes suivants. Cette hypothèse ne présente rien d'invraisemblable puisque au moins un phénomène analogue est connu, qui est l'inhibition, par diffusion d'auxines, de la croissance des bourgeons latéraux par la dominance apicale du bourgeon principal en croissance chez de nombreux végétaux, et en particulier chez le tubercule de pomme de terre en cours de germination.

Les observations exposées ci-dessous permettent d'élucider ce point.

V. — L'ACTION DES SUBSTANCES INHIBITRICES DE LA GERMINATION SUR L'INCUBATION

Le 26-11-56 on traite avec un produit commercial antigerme à base d'alkoxyméthylnaphtalène un lot de tubercules de *Bintje* qui est ensuite conservé, en même temps qu'un lot témoin non traité dans une ambiance de 10-12° jusqu'au 6 avril 1956, soit pendant 102 jours.

A cette date le témoin présente des germes de 20 à 25 cm. Il accusera après égermage une perte de poids totale de 20 p. 100. La perte de poids du lot traité, dont 20 p. 100 des tubercules ont d'ailleurs donné des germes de 5 à 20 cm de long, est de 4,8 p. 100. Ces tubercules germés sont éliminés, et les autres, non germés, sont mis au germoir le 6 avril. Les germes commencent à pointer le 21 avril, date à laquelle le témoin est égermé à son tour, de façon que la croissance des germes des deux lots soit simultanée. Il semble que cet égermage ait eu lieu quelques jours trop tard, les germes du témoin manifestant un certain retard sur le lot traité le 31 mai (tableau XI).

Le lot traité, contrairement à notre attente, fait pressentir par l'état de division de ses germes un degré d'évolution au moins aussi avancé que celui du témoin (photo 5).

C'est ce qu'on vérifie en les mettant en tubérisation à l'obscurité le 14-6-56 en même temps qu'un lot de même origine qui a été conservé au

frigorifique (2-3°) jusqu'au 15 mars et qui était depuis cette date en germination au germoir (soit donc germé 30 jours environ avant le lot « anti-

TABLEAU XI

Observation de germes contemporains de Bintje *traitée par un antigerme et de son témoin* (31-5-56).

Traitement	Nombre de germes par tubercule	longeur du plus long germe	longeur du plus long stolon
Traité	6,7	2,1 cm	1,3 cm
Témoin égermé le 21/4	7,7	1,8 cm	0,8 cm

germe » et son témoin). Le tableau XII donne le résultat de cette comparaison.

TABLEAU XII

Comptage de tubercules incubés sur un lot traité aux antigermes et ses témoins.

Traitement	Dates d'observation						Total observé
	25/6	29/6	5/7	13/7	20/7	30/7	
Antigerme	22	1	1				24
Témoin	20	2	2				24
Témoin frigo			7	5	6	6	24

Ce résultat montre que les tubercules conservés à 10-12°, *qu'ils aient germé librement ou que leur germination ait été inhibée par un antigerme,* sont incubés en même temps, c'est-à-dire beaucoup plus tôt que des tubercules identiques conservés à 2-3°.

Ceci prouve que les conditions de conservation permettent l'évolution interne du tubercule malgré l'inhibition de la germination, autrement dit que les mécanismes biochimiques qui commandent l'incubation d'une part, la germination d'autre part sont distincts.

En soi cette dernière expérience ne permet aucune hypothèse sur l'absence de rôle des bourgeons des yeux dans l'évolution des germes, puisque les yeux, tout comme les « réserves », ont subi les mêmes conditions du milieu physique au cours de la conservation pour le lot traité et pour le lot témoin.

Des résultats analogues ont été obtenus en 1956 avec un antigerme à base d'IPC (Isopropyl-N-phénylcarbamate) et en 1957 avec un produit à base de 2-3-5-6-tétrachloronitrobenzène (Fusarex). Autrement dit, les principales substances antigermes couramment employées n'inhibent que la germination, au sens de croissance des germes, mais pas l'évolution interne des tubercules qui conduit à l'incubation.

VI. — DISCUSSION

Les expériences de greffages et d'excision des yeux relatées ci-dessus ont permis de répondre à la question posée dans l'introduction, de savoir quelle partie du tubercule, les « réserves » ou les bourgeons des yeux, est responsable de l'évolution des germes.

Les bourgeons des yeux n'évoluent pas directement sous l'action du milieu : ils n'ont pas de rôle propre dans le phénomène qui est commandé par l'état physiologique des « réserves » du tubercule. Les germes qui se forment à un moment donné après un égermage évoluent en fonction de transformations antérieurement subies par ces réserves.

Ces deux séries d'expériences ne permettent pas de savoir si ces transformations biochimiques ont eu lieu sous l'action directe du milieu ou résultent de la diffusion dans les « réserves » de substances quelconques émises par les germes antérieurs en croissance depuis le début de la germination. Dans cette dernière hypothèse les germes antérieurs évolueraient directement sous l'action du milieu en diffusant dans les « réserves » un facteur capable à son tour d'agir sur l'évolution des germes suivants.

L'action de substances inhibitrices de la germination infirme cette dernière hypothèse en montrant que les tubercules évoluent de la même façon qu'ils aient germé librement ou que leur germination ait été totalement inhibée par un antigerme, montrant par là que les transformations internes, qui se traduisent ensuite de façon visible par l'évolution des germes, sont indépendantes de la germination et que par conséquent elles sont causées par l'action directe du milieu, et notamment de la température, sur les « réserves » elles-mêmes au sens large.

En somme tout se passe comme si les mécanismes biochimiques qui commandent respectivement la germination et le phénomène de l'incubation étaient distincts, bien qu'obéissant en gros semble-t-il aux mêmes facteurs du milieu : température, humidité et lumière ou obscurité. On peut rapprocher de ceci les constatations de Hogetop (9), cité par Emilsson (7), selon lesquelles des tubercules conservés sans germination à 2°-4° pendant 10 à 13 mois, puis mis en germination à 18-32°, n'émettent que des germes faibles et ramifiés qui tubérisent immédiatement, c'est-à-dire, en employant notre terminologie, ayant pratiquement atteint le stade d'incubation dès leur formation.

Ceci apporte une preuve supplémentaire que l'incubation ne dépend pas de la germination. Bien plus même, d'après cette constatation de Hogetop et celles rapportées dans la présente étude, il semble que l'on puisse se demander si la germination, au sens de croissance et de ramification des germes n'est pas au contraire dépendante, dans une certaine mesure tout au moins, de l'incubation, ou en d'autres termes, de l'état

physiologique des « réserves » du tubercule. Ceci ne saurait de toute façon, être considéré comme une affirmation, mais comme pouvant servir d'hypothèse de travail pour des recherches ultérieures.

Un autre point qui mérite d'être signalé est que les germes, quand on les détache du tubercule-mère, conservent l'évolution qu'ils ont atteinte avant cette séparation. C'est ce qui ressort d'observations relatées dans une publication antérieure (12) où après une plantation du 21 mai 1954 de germes détachés du tubercule-mère, 15 germes normaux (peu ou pas ramifiés) donnent le 3 juin 15 plantes normales non tubérisées, alors que 20 germes anormalement ramifiés, donnent 3 bouleurs, 11 plantes chétives fortement tubérisées, et seulement 6 plantes non tubérisées d'aspect normal. Claver (6) a confirmé ces différences de comportement dans des cultures *in vitro* de germes incubés et de germes non-incubés détachés du tubercule-mère.

Quelques modifications de la terminologie employée jusqu'ici deviennent nécessaires. On doit maintenant parler de *l'incubation du tubercule-mère*, d'ailleurs seulement visible par *l'incubation, ou évolution, des germes*. La phase d'incubation, soit des germes, soit des tubercules, ne doit plus pouvoir être considérée, suivant la définition de Claver (4, 5) comme la période s'écoulant entre le départ de la germination et le stade de tubérisation des germes. Cette définition peut seulement être retenue provisoirement en raison de la commodité de son observation reposant sur une origine visible et en l'absence de données permettant le choix d'une autre origine : nous ne saurions dire pour le moment si l'origine réelle du phénomène est le début de la germination sous des conditions naturelles, ou se trouve au-delà ou en-deçà. Dans ce dernier cas, comme l'a souligné Burton (3) pour l'origine du repos végétatif, il semble que le seul point facilement repérable soit la date d'initiation des tubercules, et non plus la date très imprécise de maturité et encore moins de récolte. Ceci reviendrait alors à dire que la phase d'incubation coïncide avec le cycle complet de développement des tubercules, depuis l'initiation du tubercule-mère jusqu'au stade d'incubation ou initiation des tubercules-fils. Il est vraisemblable que seules des études biochimiques précises permettront de résoudre cette question de l'origine réelle de la période d'incubation, et également de connaître la ou les substances en jeu.

Pour le moment rien ne permet de dire quelle est la nature de ces substances. Quelques auteurs qui ont étudié le problème du boulage, qui n'est autre chose qu'une manifestation de l'incubation des germes, ont voulu l'expliquer par un épuisement du tubercule-mère dû aux égermages répétés qui selon eux en seraient la cause. Pour Wellensiek (20, 21, 22) il s'agit d'un épuisement en eau, provoquant une concentration des métabolites. Oortwijn Botjes (13) réfute cette assertion et pense que c'est l'appauvrissement du tubercule-mère en matières albuminoïdes par les

égermages qui cause le boulage. De notre côté (12) nous avons infirmé ces théories en montrant que le boulage n'était nullement dû aux égermages, mais simplement à l'évolution normale des germes. La présente étude montre, par les effets des traitements par les antigermes, que cette évolution se produit qu'il y ait eu germination ou pas, et perte de substance ou pas. Elle n'est donc nullement la conséquence d'un épuisement des tubercules dû à la perte de substances par les germes, mais seulement la conséquence de modifications internes de la composition des réserves, ce qui concorde avec une hypothèse émise par WELLENSIEK (22) en 1929 pour expliquer ce qu'il considérait comme des cas particuliers de tubérisation inexplicables par sa théorie de la concentration des métabolites. VAN SCHREVEN (15, 16, 17, 18, 19) pense que la perte de substances de réserve par le tubercule favorise le boulage, mais n'est pas nécessaire. Dans le but de mieux rechercher les causes du boulage il a fait absorber diverses substances aux tubercules-mères et observé la production de tubercules-fils par leurs germes à l'obscurité. Il vérifie que la tubérisation est plus précoce quand le rapport hydrates de carbone solubles sur substances azotées solubles est élevé, ce qui se produit chez des tubercules ayant été conservés à l'obscurité à une température assez élevée comparés à des tubercules conservés au froid.

VAN SCHREVEN retarde la tubérisation en faisant absorber au tubercule-mère des composés azotés organiques (asparagine, tyrosine, acide glutamique) mais la retarde aussi en lui faisant absorber des sucres (glucose, saccharose).

Les substances de croissance : l'acide 2-4 dichlorophenoxyacétique (2-4 D), les sels de soude de l'acide α-naphtalène-acétique et de l'acide β-indolacétique ne paraissent pas avoir d'action très nette, et leurs résultats varient suivant la concentration. De même les vitamines C et B_1 ne jouent pas sur la précocité de tubérisation, mais seulement sur le nombre de jeunes tubercules formés.

Il était néanmoins intéressant de signaler les substances utilisées par VAN SCHREVEN, si ses résultats n'élucident pas la question des substances responsables de la tubérisation dont on ne sait pas si elles sont des métabolites majeurs ou des hormones ou des vitamines.

Tout ce qu'on peut dire, c'est que leur évolution, formation ou destruction, est étroitement soumise aux conditions du milieu, notamment à la température, et a pour siège les « réserves » du tubercule.

Enfin, au point de vue pratique, on peut conclure de la présente étude que les produits antigermes essayés, en n'inhibant pas l'incubation du tubercule-mère, ne satisfont pas aux exigences d'une conservation parfaite des plants de pommes de terre, dont la principale doit être de préserver la valeur reproductive ou vigueur végétative des plants (11), but que seule une conservation de durée normale par le froid nous a jusqu'ici permis d'atteindre.

VII. — RÉSUMÉ

Par le greffage d'yeux sur tubercules et l'induction de la formation de nouveaux méristèmes par l'excision des yeux, on a pu montrer que les bourgeons des yeux n'ont pas de rôle propre dans l'évolution des germes, qui dépend seulement de l'état physiologique, influencé par les conditions du milieu de conservation, des « réserves » du tubercule. Des traitements inhibiteurs de la germination ont montré que cette action du milieu sur les « réserves » a lieu que les tubercules germent librement ou non, ce qui semble indiquer que les mécanismes qui commandent respectivement la germination et l'évolution des germes sont distincts.

L'incubation, ou évolution, du tubercule-mère doit être considérée comme le phénomène fondamental, l'évolution physiologique des germes n'en étant que la conséquence visible commandée par des substances fournies par le tubercule-mère sur la nature desquelles la présente étude ne permet pas de formuler d'hypothèse.

SUMMARY

The part played by the mother-tuber in the evolution of potato-sprouts

By grafting eyes on tubers and by the induced formation of new meristems by eye-excisions, it has been possible to show that the eye-buds do not play a proper role in sprout-evolution, which only depends on the physiological state of the tuber-reserves, state influenced by the storage conditions. Treatments inhibiting germination have shown that this environment action upon the reserves takes place, whether the tubers sprout freely or not, which seems to point out that the mechanisms which control respectively the germination and the evolution of the sprouts, are distinct.

The incubation, or evolution of the mother-tuber must be considered as the fundamental phenomenon, the physiological evolution of the sprouts being only its visible consequence controlled by substances provided by the mother-tuber ; the present study does not allow to formulate any hypotheses on the nature of these substances.

ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss der Mutterknollen jn der Entwicklung der Kartoffelnkeimen

Das Propfen von Augen auf Kartoffelknollen und Induktion der Bildung neuer Meristemen durch Ausschneiden der Augen beweisen dass die Augenknospen keine Rolle in der Entwicklung der Keime spielen. Diese hängt nur vom ihrem physiologischem Stande bedingt durch die Faktoren der Aufbewahrung und von den Reserven der Knollen ab. Behandlungen um Untersagung der Keimung hervorzurufen zeigten dass der Einfluss der Umwelt auf die Knollenreserven stattfindet, ob die Knollen ungezwungen keimen oder nicht.

Das lässt vermuten das die Mechanismen welche Keimung und Entwicklung der Keimen bestimmen, verschieden sind.

Die Inkubation, oder Entwicklung der Mutterknolle muss als Grundphänomen betrachtet sein, die physiologische Entwicklung der Keime ist nur ihre sichtbare Folge und wird durch Stoffe bewirkt die von der Mutterknolle erzeugt sind und dessen Natur unsere Arbeit noch nicht geklärt hat.

РЕЗЮМЕ

Роль материнскаго клубня в эволюции ростков картофеля.

Лаборатория изысканий по картофелю в Ландерно.

Р. МАДЭК.

Прививкой глазков на клубне и введением образования новых меристем, путем удаления глазков, было показанно, что зачатки глазков не имеют самостоятельной роли в эволюции ростков, которая зависит, только, от физиологическаго состояния, под влиянием условий среды хранения и резервов клубня.

Ингибирующая обработка, замедляющая прорастание, показала, что это действие среды на резервы, происходит в клубнях прорастающих свободно или-же с замедлителями, это, по-видимому, означает, что механизмы командующие прорастание и эволюцию ростков, различные.

Инкубация или эволюция материнскаго клубня должна рассматриваться, как основной феномен, физиологическая эволюция ростков является, только, видимым последствием, определяемым веществами происходящими от материнскаго клубня, о натуре которых, настоящая работа не позволяет постройки гипотез.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Asseyeva (T.). — Bud mutations in the potato and their chimerical nature. *Jour. of Genet.*, XIX, 1, 1927.

(2) Asseyeva (T.). — Bud mutations in the potato. *Bull. of Appl. Bot., Gen. Plant. Breed.*, XXVII, p. 135-215, 1931.

(3) Burton (W. G.). — The dormancy and sprouting of potatoes. *Fd. Sci. Abstr.*, **29,** 1, p. 1-12, 1957.

(4) Claver (F. K.). — Influencia de luz, oscuridad y temperatura sobre la incubacion de la papa. *Phyton*, **1,** 1, p. 3-12, 1951.

(5) Claver (F. K.). — Factores que influyen en la incubación de la papa. *Turrialba*, **3,** NS 1-2, p. 32-34, 1953.

(6) Claver (F. K.). — Observaciones sobre la tuberización de brotes de papa y Ullucus cultivados in vitro. *Rev. Fac. Agr.*, XXXII, 1*a*, p. 111-122, 1956.

(7) Emilsson (B.). — Studies on the rest period and dormant period in the potato tuber. *Act. Agr. Suec.*, III, 3, p. 189-284, 1949.

(8) Harvey (R. B.), Reichenberg (A.), Bernice Lehner and Hamm (P. C.). — Hair sprout of potatoes. *Plant Physiol.*, p. 186-193, 1948.

(9) Hogetop (K.). — Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur auf Keimung und Lebensdauer der Kartoffelknolle. *Bot. Arch.*, **30,** p. 350, 1930.

(10) Madec (P.) et Perennec (P.). — Les possibilités d'évolution des germes de la pomme de terre et leurs conséquences. *Ann. Am. des Pl.*, V^e^ année, 4, p. 555-574, 1955.

(11) MADEC (P.) et PERENNEC (P.). — Influence de l' « origine » sur le comportement des plants de pomme de terre. *Ann. Am. des Pl.*, VIe année, 1, p. 5-26, 1956.

(12) MADEC (P.). — La nature et les causes du boulage chez la pomme de terre. *Ann. Am. des Pl.*, VIe année, 2, p. 151-169, 1956.

(13) OORTWIJN BOTJES (J. G.). — Ontijdige knolvorming bij aardappelen. *Tijdschr. Plantenz.*, **33**, p. 1-13, 1927.

(14) SAVIC (V. M.). — The incubation of potatoes. *Sovetskaya Botanika*, **6**, p. 35-41, 1943.

(15) VAN SCHREVEN (D. A.). — On the physiology of tuber formation in potatoes. I. Premature tuber formation. *Plant and Soil*, **8**, 1, p. 49-55, 1956.

(16) VAN SCHREVEN (D. A.). — On the physiology of tuber formation in potatoes. II. Influence of some organic compounds on tuber and sprout formation of potatoes aseptically grown in the dark. *Plant and Soil*, **8**, 1, p. 56-74, 1956.

(17) VAN SCHREVEN (D. A.). — On the physiology of tuber formation in potatoes. III. Influence of growth substances (phytohormones) on tuber and sprout formation of potatoes aseptically grown in the dark. *Plant and Soil*, **8**, 1, p. 75-86, 1956.

(18) VAN SCHREVEN (D. A.). — On the physiology of tuber formation in potatoes. IV. Influence of vitamin C on tuber and sprout formation of potatoes aseptically grown in the dark. *Plant and Soil*, **8**, 2, p. 87-94, 1956.

(19) VAN SCHREVEN (D. A.). — On the physiology of tuber formation in potatoes. V. Influence of vitamin B_1 on tuber and sprout formation of potatoes aseptically grown in the dark. *Plant and Soil*, **8**, 2, p. 95-104, 1956.

(20) WELLENSIEK (S. J.). — Het bewaren van pootaardappelen in verband met onderzeer-vorming. *Voordrachten Aardap. Centr. Comité*, 2-3 juil. 1924, p. 106-119, 1924.

(21) WELLENSIEK (S. J.). — Een onderzoek naar de faktoren die ontijdige knolvorming bij vroege aardappels bepalen. Thèse. Wageningen. *Tijdschr. Plantenz*, **30**, p. 177-226, 1924.

(22) WELLENSIEK (S. J.). — The physiology of tuber- formation in *Solanum Tuberosum* L. *Meded. Landbouwhoog. Wageningen*, **33**, p. 6-42, 1929.

OBSERVATIONS SUR LA BIOLOGIE DU CHATAIGNIER

PAR

G. SOLIGNAT

Station d'Amélioration du Châtaignier, Brive.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Introduction.

II. — Débourrement.

III. — Biologie florale.

A) Morphologie des fleurs :
1° Fleurs mâles.
2° Fleurs femelles.

B) Floraison :
1° Mise à fleur.
2° Floraison mâle.
3° Floraison femelle.

IV. — Facteurs de fertilité et de productivité.

A) Stérilité :
1° Production de bogues stériles.
2° Nombre de châtaignes par bogue.
3° Alternance dans les récoltes.

B) Autocompatibilité.

C) Intercompatibilité :
1° Synchronisme des époques de maturité des organes mâles et femelles.
2° Intercompatibilité génétique.

D) Facteurs climatiques :
1° Influence sur la pollinisation et la fécondation.
2° Influence en cours de végétation.

V. — Maturité des fruits.

A) Nombre de jours : débourrement de l'arbre à maturité des fruits.
B) Nombre de jours : pollinisation à maturité des fruits.
C) Époques de maturité des fruits.

VI. — Conclusions.

VII. — Bibliographie.

I. — INTRODUCTION

Les tentatives faites, avant 1946, pour replanter les châtaigneraies détruites pas l'Encre, ont pratiquement toutes échoué parce que les plants préconisés étaient trop précoces au débourrement, mal adaptés aux

conditions climatiques et écologiques des régions castanéicoles françaises, sensibles à certaines maladies, du fait qu'ils étaient, le plus souvent, des hybrides issus de la fécondation croisée entre plants exotiques résistants à l'Encre et indigènes sensibles, sans qu'aucune sélection méthodique n'ait été faite.

Au cours des travaux effectués dans le but de rechercher d'abord des clônes résistants à la maladie de l'Encre et à l'*Endothia*, et de les multiplier ensuite, notamment par voie sexuée, on a été amené à étudier en détail la biologie du châtaignier et à préciser certains points la concernant.

Le cycle annuel de la végétation d'un châtaignier adulte comporte, comme pour tout arbre, deux grandes périodes. La première est une période de repos, pendant laquelle l'arbre subit simplement, avec plus ou moins de bonheur, les rigueurs des conditions climatiques de la région où il pousse. La seconde période est active et va de la reprise visible de la végétation jusqu'à la mise au repos. Cette période s'étend, en ce qui concerne le châtaignier, sur une période de 7-8 mois, d'Avril à Octobre-Novembre, selon les espèces et les individus. C'est au cours de cette période que le châtaignier débourre, produit ses rameaux, ses feuilles, ses organes de reproduction, ses fruits.

L'étude approfondie de ces différentes phases de végétation était nécessaire pour mener à bien l'amélioration du châtaignier dans le sens d'une résistance à la maladie de l'Encre et à l'*Endothia*, associée aux qualités écologiques et fruitières du *C. sativa*.

II. — DÉBOURREMENT

La reprise d'activité du châtaignier se manifeste, dans la région de Brive, dès le mois de Février, surtout si le mois de janvier est relativement doux. Dès cette époque, on peut constater un début de gonflement des yeux, qui se traduit par un léger écartement des écailles protectrices des bourgeons. Ce début de montée de la sève, n'est pas à redouter dans les années normales. Il est cependant grave de conséquences quand le mois de Février apporte des froids rigoureux de — 15°C et en dessous, comme en 1954 et 1956.

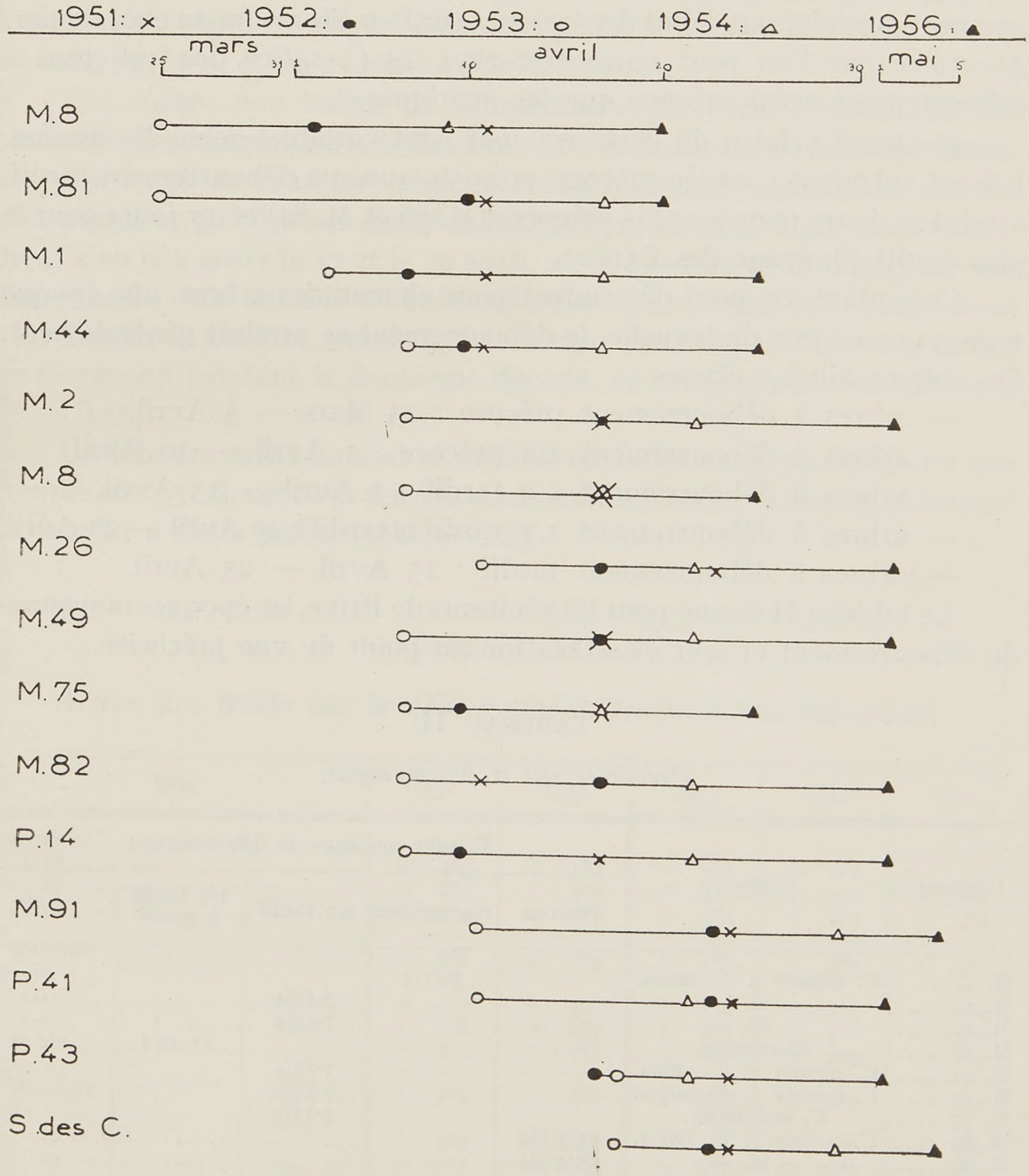
Le débourrement se produit, en général, dans le courant du mois d'Avril pour la majorité des géniteurs dont dispose la Station. La date en est d'ailleurs variable selon les origines des arbres, les conditions climatiques particulières de l'année.

Les exotiques ou issus d'exotiques : *C. crenata*, *C. mollissima*, *C. crenata* × *C. mollissima*, *C. crenata* × *C. sativa*, *C. mollissima* × *C. sativa*, débourrent les premiers et les *C. sativa*, les derniers. L'écart qui existe

entre les dates de débourrement des exotiques ou issus d'exotiques précoces, et les *C. sativa* tardifs, peut atteindre 15 jours à 3 semaines. Tel est le cas entre les M. 80 et M. 81 (*C. crenata* × *C. sativa*) à débourrement précoce : fin Mars à mi-Avril, et le Sauvage des Cars, à débourrement tardif : mi-Avril à début Mai (tableau I).

TABLEAU I

Fluctuations des dates de débourrement.



Ce tableau qui résume les observations faites sur les dates de débourrement des géniteurs de la Station : *C. crenata* (M. 26), *C. crenata* × *C. sativa* (M. 1, M. 2, M. 8, M. 44, M. 49, M. 80, M. 81, M. 82, M. 91, P. 14,

P. 41, P. 43), *C. mollissima* (M. 75) et *C. sativa* (Sauvage des Cars), montre :

1° Que, pour les arbres ayant une origine *C. crenata* × *C. sativa*, les dates de débourrement sont très variables selon les individus eux-mêmes, allant des très précoces comme M. 80 et M. 81 aux tardifs comme P. 43.

2° Que si, d'une façon générale, les exotiques débourrent précocement, certains individus, par contre, tel le M. 26 (*C. crenata*), peuvent le faire presque aussi tardivement que les *C. sativa*. Notons que ce sont de tels types qui ont été retenus comme géniteurs dans ces espèces, lors des prospections faites au début des travaux sur l'amélioration du châtaignier. Ajoutons, que l'on peut rencontrer chez les *C. sativa* des individus à débourrement aussi précoce que les exotiques.

3° Que les dates de débourrement sont variables selon les années. L'écart entre 1953, année précoce, et 1956, année à débourrement tardif, atteint 25 jours pour les plus précoces (M. 80 et M. 81) et 17 jours pour le plus tardif (Sauvage des Cars).

Cependant, on peut déterminer pour chacun des arbres, une époque moyenne au cours de laquelle, le débourrement se produit généralement. On obtient ainsi 5 classes :

— arbres à débourrement précoce : 25 Mars — 5 Avril,
— arbres à débourrement 1/2 précoce : 1 Avril — 10 Avril,
— arbres à débourrement 1/2 tardif : 5 Avril — 15 Avril,
— arbres à débourrement 1/2 tardif à tardif : 10 Avril — 25 Avril,
— arbres à débourrement tardif : 15 Avril — 25 Avril.

Le tableau II donne pour les géniteurs de Brive, les époques moyennes de débourrement et leur classification au point de vue précocité.

TABLEAU II

Précocité au débourrement.

Géniteurs	Origine	Époque moyenne de débourrement				
		Précoce	1/2 précoce	1/2 tardif	1/2 tardif à tardif	Tardif
M. 1.....	*C. crenata* × *C. sativa.*		3-11/4			
M. 2.....	— id. —			7-17/4		
M. 8.....	— id. —			7-17/4		
M. 26.....	*C. crenata.*				11-23/4	
M. 44.....	*C. crenata* × *C. sativa.*			7-17/4		
M. 49.....	*C. crenata* × *C. sativa.*			7-17/4		
M. 75.....	*C. mollissima.*			7-17/4		
M. 80.....	*C. crenata* × *C. sativa.*	25/3-3/4				
M. 81.....	— id. —	25/3-3/4				
M. 82.....	— id. —			7-17/4		
M. 91.....	— id. —				11-24/4	
P. 14	— id. —			7-17/4		
P. 41	— id. —				11-24/4	
P. 43	— id. —					17-24/4
S. D. C. ..	*C. sativa.*					17-24/4

4° Que cette variation est indépendante de la précocité inhérente à l'arbre lui-même dont la précocité relative par rapport aux autres arbres reste sensiblement identique, mais dépend par contre des conditions de température des mois de janvier-février-mars.

En effet, si la température monte régulièrement en janvier et février, sans baisse sensible ou brutale au cours de ce dernier mois, le débourrement général sera précoce si un échauffement assez conséquent a lieu en mars. Ainsi, en 1952 et 1953, les moyennes mensuelles parties de + 2°9 et + 1°9 en janvier, ont atteint + 3°6 et + 3°8 en février, pour monter à + 11°2 et + 9°6 en mars. Le débourrement a alors eu lieu entre les 2 et 23 avril en 1952, et les 25 mars-18 avril en 1953.

Par contre une baisse de température en février, surtout si elle comporte des températures inférieures à 0°, entraîne dans le débourrement un retard qui est d'autant plus accentué que les températures ont été plus basses et qu'elles ont sévi plus longtemps. Ainsi, en 1954, le débourrement a eu lieu entre le 17 et le 30 avril, alors que l'on avait enregistré une moyenne de — 2° entre le 1er et le 10 février ; par contre, ce débourrement a eu lieu du 20 avril au 5 mai 1956, en raison des températures très basses de février où pendant la deuxième décade, on a enregistré une moyenne de — 13°4.

Le débourrement normal se produit entre les 11 et 24 avril, et a lieu comme en 1951, lorsque la température monte régulièrement, sans à coup, de janvier à mars inclus (tableau III).

Tableau III

Action des froids sur le débourrement (températures moyennes).

Mois	1951	1952	1953	1954	1956
Janvier :					
1-10	+ 4°5	+ 5°3	— 0°8	— 0°6	— 1°9
11-20	+ 6°9	+ 4°2	+ 1°3	+ 5°9	+ 7°1
21-31	+ 5°4	— 0°7	+ 3°3	+ 4°7	+ 6°8
Moyenne	+ 5°6	+ 2°9	+ 1°3	+ 3°3	+ 5°3
Février :					
1-10	+ 4°2	+ 3°8	+ 1°4	— 2°	— 6°5
11-20	+ 6°8	+ 0°9	+ 1°7	+ 5°6	— 13°4
21-28	+ 5°	+ 6°2	+ 8°2	+ 3°9	— 7°5
Moyenne	+ 5°4	+ 3°6	+ 3°8	+ 2°5	— 9°1
Mars :					
1-10	+ 4°4	+ 11°5	+ 10°1	+ 6°6	+ 5°8
11-20	+ 10°2	+ 9°9	+ 9°4	+ 10°2	+ 6°1
21-31	+ 7°4	+ 12°2	+ 9°4	+ 10°5	+ 11°8
Moyenne	+ 7°3	+ 11°2	+ 9°6	+ 9°1	+ 7°9
Dates extrêmes de débourrement	11-24 avril	2-23 avril	25 mars 18 avril	17-30 avril	20 avril 5 mai
Précocité générale au débourrement	Normale	Précoce	Précoce	Tardive	Tardive

III. — BIOLOGIE FLORALE

A. — Morphologie des fleurs.

Le châtaignier est un arbre monoïque dicline, possédant, sur un même pied, des fleurs femelles et des fleurs mâles. Ces fleurs sont, les unes et les autres, groupées sur des châtons nettement différenciés par leur morphologie et leur localisation.

1° **Fleurs mâles.** — Les inflorescences des fleurs mâles sont réunies sur des châtons, prenant naissance sur un rameau de l'année. Leur localisation sur le rameau est variable selon les espèces. Chez les *C. crenata*, châtaigniers japonais, et *C. mollissima*, châtaigniers chinois, les châtons prennent naissance dans la partie inférieure à médiane du rameau, alors que chez les *C. sativa*, châtaigniers indigènes, ils occupent la partie médiane à subterminale.

La longueur et le port des châtons varient selon les individus et ne sont pas caractéristiques des espèces ; port dressé ou semi-dressé avec une longueur de 10 à 15 cm chez certains *C. sativa* (Sauvage des Cars, Bourrue de Juillac), et issus de *C. crenata* (M. 2) ; port pleureur de 25 à 40 cm de longueur chez la majorité des *C. sativa*, *C. mollissima*, *C. crenata* et issus de *C. crenata*. Les châtons sont, en général, rectilignes ; cependant, certains *C. mollissima* présentent des exemplaires flexueux, voire même ramifiés.

Le nombre d'étamines contenues dans chaque fleur mâle et la longueur de ces étamines permettent de distinguer 4 classes :

1° Les astaminés, chez lesquels la fleur réduite au périanthe, n'a pas d'étamine. Les arbres sont donc entièrement mâle stériles. C'est le cas des « Sauvage des Cars » et « Bourrue de Juillac » de Corrèze, « Peyrejonte » de Lozère, des clônes A, B, C, tous *C. sativa*.

2° Les brachystaminés, comme « Figarette » de Lozère, « Bouche Rouge » d'Ardèche, dont les étamines ont des filets très courts, 1 à 3 mm de longueur, les anthères ne dépassent pas le périanthe.

3° Les mésostaminés, comme M. 2 (issu de *C. crenata*) et certains *C. sativa* sauvages dont les filets d'étamines ont de 3 à 5 mm de long, portant les anthères peu hors du périanthe.

4° Les longistaminés, comme le sont la plupart des *C. sativa*, des *C. mollissima* et des *C. crenata*, dont les filets d'étamines ont de 5 à 7 mm de long, portant les anthères largement hors du périanthe.

Ajoutons, que si le pollen est très abondant chez les longistaminés et les mésostaminés, il est rare, et souvent de mauvaise germination chez les brachystaminés. Il s'ensuit que ces derniers sont pratiquement mâle-stériles au même titre que les astaminés. La fécondation des fleurs femelles

ne peut être assurée que par fécondation croisée, faite par des pollinisateurs longistaminés ou mésostaminés.

2° **Fleurs femelles.** — Les inflorescences de fleurs femelles sont groupées à la partie inférieure des châtons dits androgynes qui portent à leur partie supérieure des fleurs mâles. Le nombre des inflorescences de fleurs femelles varie de 1 à 5 par châton, mais dans la plupart des cas, les 2 ou 3 premières sont seules fertiles. La partie mâle tombe après la floraison de ses fleurs.

La position de ces inflorescences femelles sur le rameau porteur est caractéristique de l'espèce. Toujours au-dessus des châtons mâles, elle est subterminale ou médiane chez les châtaigniers japonais et chinois ; par contre, elle est nettement terminale chez les *C. sativa* indigènes.

Chez certains *C. sativa*, notamment chez les types sylvatiques à petits fruits, des groupes de fleurs femelles peuvent occuper toute la longueur du châton. Les cupules (bogues à maturité) forment alors un manchon autour du châton. Chez le *C. Seguini* par contre, les châtons androgynes sont disposés tout au long du rameau fructifère : ces châtons se développent pendant toute la période de végétation jusqu'aux premières gelées d'automne. On peut donc trouver des bogues mures et déhiscentes à la partie basse du rameau et des châtons, en début de développement, au sommet. Les bogues à maturité forment comme un chapelet le long du rameau porteur.

Chaque inflorescence de fleur femelle comprend en général 3 fleurs ; mais chez certains types, ce nombre peut atteindre 7. Chaque fleur renferme plusieurs ovules fécondables et peut ainsi donner un fruit qui peut être à une ou plusieurs graines. C'est ce nombre de graines à l'intérieur du fruit qui fait la différence entre marron et châtaigne. Le marron est un fruit à une seule graine, tandis que la châtaigne est un fruit à plusieurs graines.

L'inflorescence elle-même, en se développant, devient la bogue, hérissée d'aiguillons piquants, renfermant les châtaignes. A maturité, cette bogue s'ouvre en 2, 3 ou 4 valves. Elle peut aussi tomber à terre avec les châtaignes qu'elle contient ou les laisser s'échapper pour choir elle-même, quelque temps après.

La bogue porte des aiguillons, dont la forme et la pilosité varient avec les espèces. Chez les *C. sativa*, les aiguillons sont relativement courts et assez souples, avec des ramifications plus ou moins étalées et enchevêtrées, à pilosité faible, par poils longs jusqu'à mi-longueur. Chez les *C. crenata*, les aiguillons sont formés par un tronc épais, ramifiés en 2 ou 3 branches secondaires ; les ramifications sont dures, longues, acérées, glabres. Chez les *C. mollissima*, les aiguillons, pratiquement sessiles sont plus souples que ceux de *C. sativa* ; les ramifications sont pileuses, poils longs, jusqu'à leur extrémité.

Signalons que l'on a trouvé, au cours des isolements pratiqués pour

les opérations de fécondation contrôlée, quelques fleurs hermaphrodites sur les M. 49, M. 44 et P. 14. Leur nombre est cependant très réduit. La vitalité de ces fleurs est très courte. Situées en général à la limite des inflorescences de fleurs femelles et des inflorescences de fleurs mâles sur les châtons androgynes, elles avortent rapidement et tombent avec la partie mâle du châton.

B. — La floraison.

1° **La mise à fleur.** — Chez les *C. sativa* et pour les plants issus de semis, la mise à fleur à lieu, en moyenne, lorsque la plante atteint 10-15 ans d'âge. En général, les châtons mâles apparaissent les premiers. Les châtons androgynes viennent un ou deux ans après.

Chez les *C. crenata* et *C. mollissima*, ou descendants hybrides de ces espèces, la mise à fleur est plus précoce. Il n'est pas rare de trouver dans les plants issus de semis âgés de 3-5 ans, une notable proportion de sujets ayant des châtons mâles et même des châtons androgynes.

Cette mise à fleur, relativement tardive, est un inconvénient qu'il a fallu pallier lorsqu'il s'est agi de procéder aux croisements de retour entre descendants F. 1 et parents résistant aux maladies. Pour y parvenir, on a eu recours à la culture en pot, complétée d'un étranglement au collet. La mise en pot est faite dès le semis, et le plant obtenu est étranglé dès que sa vigueur le permet. De cette façon on obtient, dès la deuxième année du semis, une bonne proportion de plants ayant au moins des châtons mâles, permettant ainsi de procéder aux croisements de retour. Ci-après, les résultats obtenus en 1953 :

Floraison en 1953 *des hybrides cultivés en pot.*

Années des semis	Nombre d'hybrides	% d'hybrides ayant des fleurs mâles	% d'hybrides ayant des fleurs femelles
1948 (5 ans).....	20	75	10
1949 (4 ans).....	198	75	13,10
1950 (3 ans).....	617	48,20	9,70
1951 (2 ans).....	297	25,30	9,10

2° **La floraison mâle.** — La floraison des châtons mâles se produit, en année normale, pour les exotiques les plus précoces, dès la fin mai-début juin. Pour la majorité des types, *C. crenata* × *C. sativa* et *C. mollissima* que possède la Station, la pleine floraison a lieu entre le 10 et le 20 juin. Pour les *C. sativa*, les plus précoces fleurissent dans la deuxième quinzaine de juin et les plus tardifs, vers la mi-juillet.

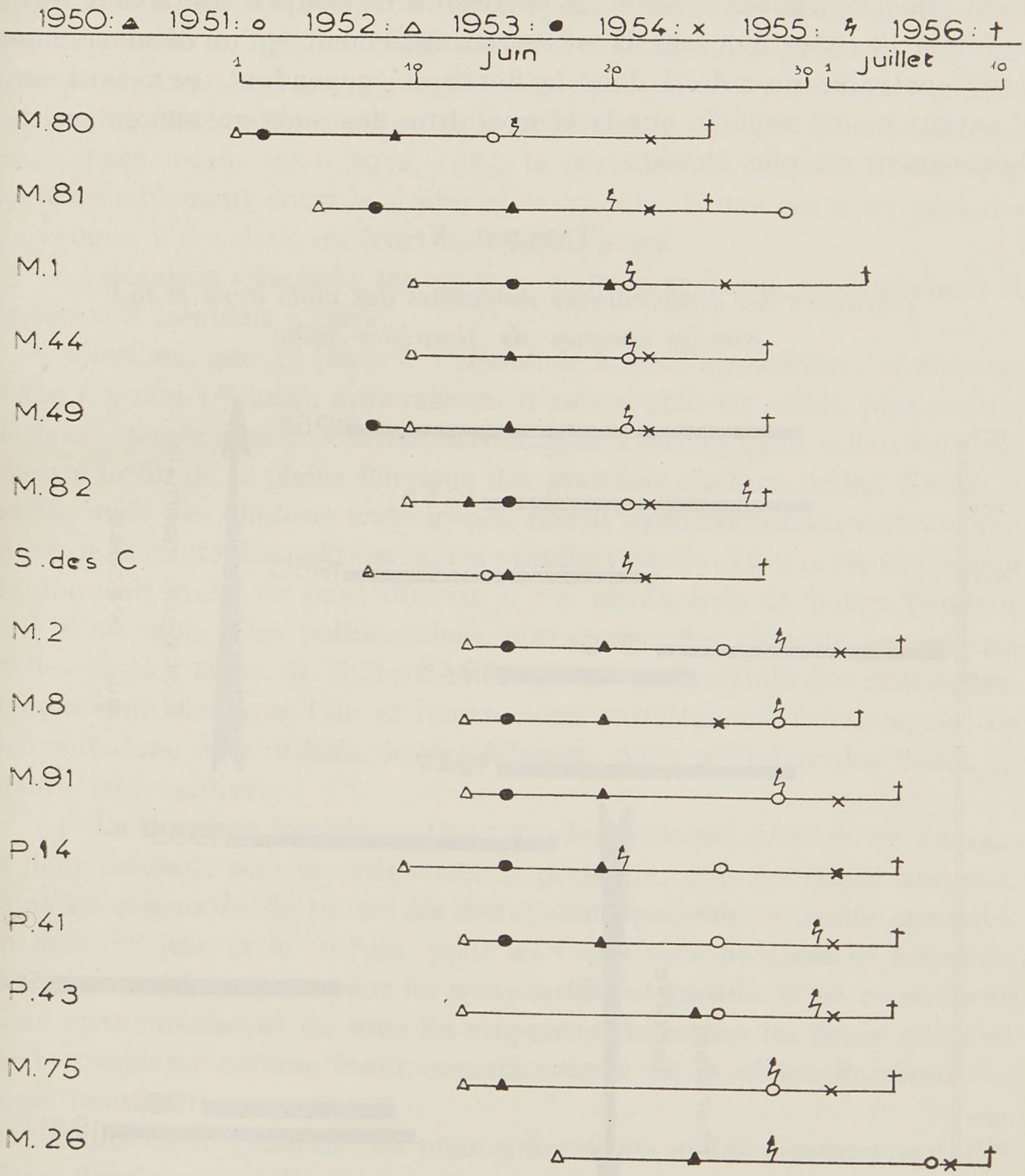
On considère qu'il y a pleine floraison quand 50 p. 100 des châtons mâles ont leurs fleurs épanouies. Ce moment est facilement repérable ; d'une part, à l'aspect même des châtons, d'autre part, à l'odeur très forte et caractéristique qui se dégage des fleurs épanouies, enfin, au bourdonnement intense qui règne dans l'arbre et qui est dû à la présence d'une

multitude d'insectes de toutes espèces venant butiner le pollen et les nectaires des fleurs ouvertes.

Le tableau IV résume les dates notées pour cette pleine floraison mâle, au cours des années 1951 à 1956, pour les géniteurs de la Station.

TABLEAU IV

Fluctuations des dates de floraison mâle.



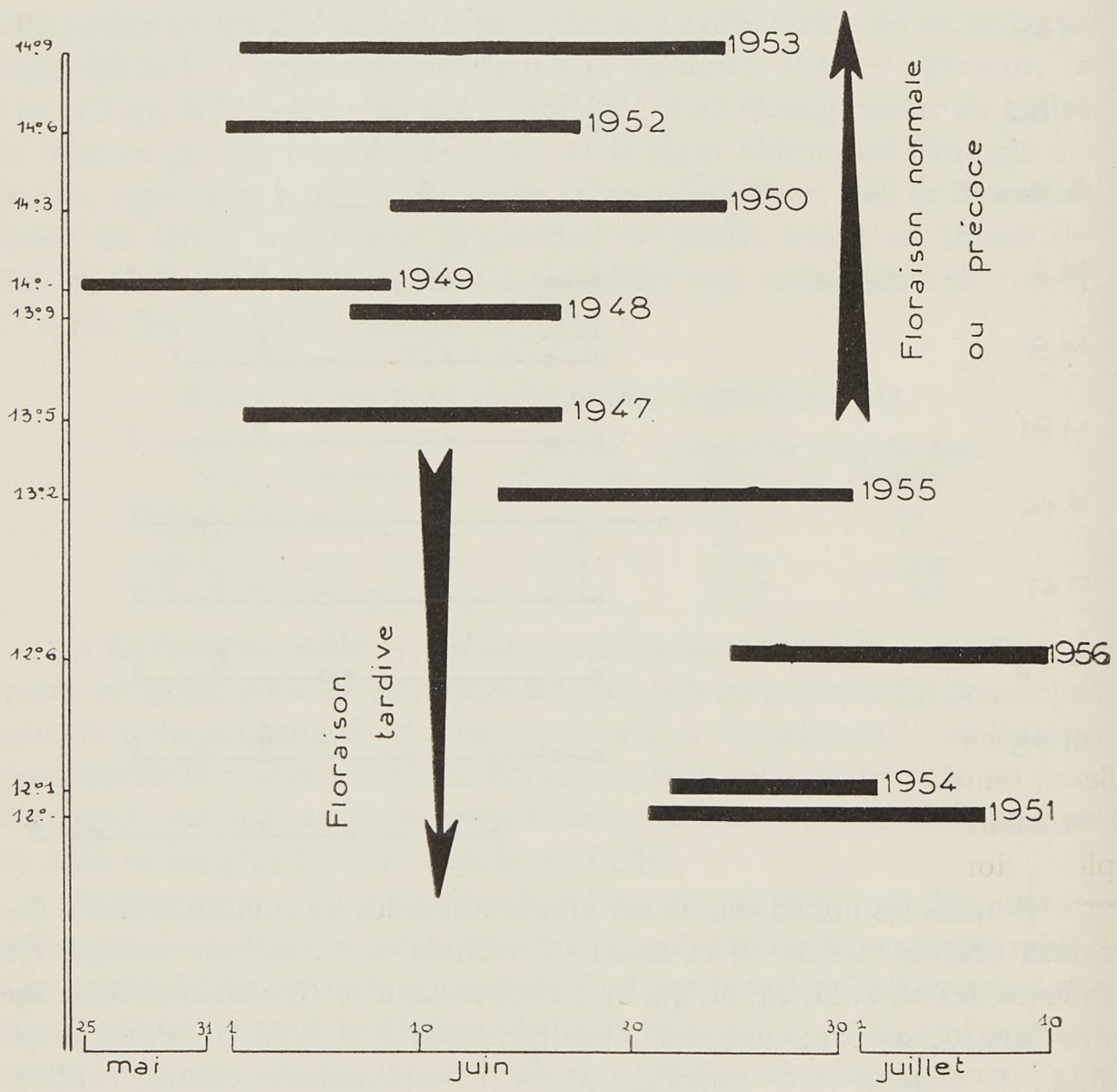
D'après les notations, on est amené à considérer comme arbres à floraison précoce, les M. 80 et M. 81 (*C. crenata* × *C. sativa*) ; comme 1/2 précoce, les M. 1, M. 44, M. 49, M. 82 (*C. cretana* × *C. sativa*) et Sauvage des Cars (*C. sativa*) ; comme 1/2 tardive, les M.2, M. 8, M. 91, P. 14, P. 41, P. 43 (*C. cretana* × *C. sativa*) et M. 75 (*C. mollissima*) ; comme tardive,

le M. 26 (*C. crenata*). Si la date de pleine floraison des staminés est relativement facile à noter, et revêt même un caractère spectaculaire, chez les longistaminés surtout, elle est plus délicate à observer chez les astaminés. Chez ces derniers, la floraison se limite à l'ouverture des pièces du périanthe de la fleur et l'aspect du châton n'a guère changé ; ajoutons, que dès que cette ouverture est effectuée, les châtons tombent.

Les dates extrêmes de floraison, pour l'ensemble des géniteurs, varient selon les années et selon les conditions de température ayant régné notamment en avril et mai. Il est certain également, qu'un débourrement tardif entraîne un retard dans la floraison ; cependant, ce retard sera d'autant moins sensible que la température des mois qui suivent ce débourrement est plus élevée.

TABLEAU V

Influence des températures moyennes des mois avril et mai sur les époques de floraison mâle.



Le tableau V montre les variations observées dans les dates extrêmes de floraison afférentes aux géniteurs de Brive, en fonction des températures moyennes enregistrées au cours des mois d'avril et mai. Il apparaît assez nettement que la température moyenne de + 13°5 pour ces deux mois, est un seuil de sensibilité pour l'induction de la floraison.

En effet, les années qui ont présenté des moyennes de température en avril et mai, inférieures à + 13°5 sont à floraison tardive, par contre, celles présentant des températures moyennes pour ces deux mêmes mois supérieures à + 13°5 sont à floraison beaucoup plus précoce. Pour les premières, 1951, 1954, 1955, 1956, la période moyenne de floraison mâle se situe approximativement entre le 22 juin et le 2 juillet. Pour les autres, 1947, 1948, 1949, 1950, 1952, 1953, la période moyenne de floraison se situe sensiblement entre le 2 juin et le 17 juin. Entre ces deux périodes moyennes, il y a donc un écart de 15 à 20 jours.

La floraison effectuée, les châtons mâles brunissent, se dessèchent et finalement tombent à terre.

Ajoutons, que 15 jours à 3 semaines après l'apparition des châtons mâles (15 mai-1er juin), apparaissent d'autres châtons mâles, plus courts, désignés sous le nom de châtons secondaires. Leur floraison a lieu sensiblement à la fin de la pleine floraison des premiers châtons mâles. Enfin, la partie mâle des châtons androgynes, fleurit approximativement au moment de la chute des châtons mâles premiers parus. Avec cette succession de floraison mâle, on peut dire qu'il y a production de pollen pendant près d'un mois. Des pollinisations faites avec des châtons secondaires et des parties mâles de châtons androgynes, ont produit des châtaignes, démontrant ainsi que l'un et l'autre sont parfaitement fonctionnels. Ils peuvent donc être utilisés, le cas échéant, pour polliniser des fleurs femelles très tardives.

3° **La floraison femelle**. — Dans une inflorescence normale de 3 fleurs, la fleur médiane sort ses stigmates la première, puis les fleurs latérales. Tous les stigmates de toutes les fleurs sont épanouis en année normale, entre le 1er juin et le 20 juin, pour les types semi-précoces et précoces, entre le 10 et le 30 juin pour les semi-tardifs et tardifs. C'est ce stade de plein épanouissement de tous les stigmates de toutes les fleurs que l'on peut considérer comme étant caractéristique de la pleine floraison des fleurs femelles.

D'une façon générale, les pleines floraisons mâles viennent après la pleine floraison femelle. On est alors tenté de dire que le châtaignier est protogyne. Cependant, en réalité, le châtaignier est protandre, car la fleur femelle n'est fécondable que 8 jours après le plein épanouissement de tous les stigmates de toutes les fleurs. Cette possibilité de fécondation va jusqu'à 1 mois après ce stade.

IV. — FACTEURS DE FERTILITÉ ET DE PRODUCTIVITÉ

La production régulière de châtaignes en quantité est subordonnée à un certain nombre de facteurs intrinsèques et extrinsèques. Les premiers dépendent des arbres eux-mêmes et sont sensiblement invariables en quelque sorte, quelle que soit l'année ; nous citerons la fertilité des fleurs femelles, la stérilité des fleurs mâles, l'autocompatibilité et l'intercompatibilité. Les seconds ont trait au milieu environnant, notamment aux conditions climatiques, la température et la pluviosité au moment de la pollinisation et au cours de la végétation.

A. — Stérilité.

En étudiant la morphologie florale, nous avons vu que certains types de châtaigniers possédaient des fleurs mâles totalement dépourvues d'étamines ; ces arbres sont donc incapables d'assurer une fécondation quelconque. Les brachystaminés et mésostaminés, bien qu'ayant étamines et anthères normalement constituées, produisent peu de pollen qui, de plus, a souvent une mauvaise germination. Ce sont donc de très mauvais pollinisateurs, pratiquement mâle-stériles. Les types longistaminés produisent du pollen abondant et de bonne germination. Mais nous verrons plus loin que ce pollen est pratiquement incapable d'assurer l'autofécondation et parfois d'assurer une bonne fécondation croisée.

Précisons que la stérilité mâle, totale ou partielle, n'influe en rien sur la fertilité des fleurs femelles. D'un autre côté, chez certains arbres, les fleurs femelles, bien que normalement constituées en apparence, et abondantes en nombre, sont d'une stérilité très poussée. C'est le cas d'un *C. mollissima*, le M. 75, qui, bon an mal an, accuse une proportion très forte de bogues entièrement stériles ; de plus, il semble que seuls les ovules des fleurs centrales soient fertiles et rarement ceux des fleurs latérales.

Ces cas de stérilité morphologique et fonctionnelle peuvent peut-être s'expliquer par la présence de gènes léthaux, empêchant le développement des organes eux-mêmes ou agissant sur la nutrition des ovules, sur la fusion nucléaire à la fécondation, ou sur la division cellulaire qui permet à l'œuf de se développer en embryon. La stérilité du pollen pourrait provenir de la constitution triploïde du sujet, qui ne permet pas l'appariement des chromosomes à la méiose ou encore de la présence de gènes léthaux qui font que les cellules mères des organes sexuels ont des divisions anormales aboutissant à la formation de cellules sans noyau.

1° **La production de bogues stériles.** — La stérilité des fleurs femelles se manifeste soit par la production d'une quantité importante de bogues

stériles, soit par la production d'un nombre réduit de châtaignes par bogue.

Le tableau VI donne, pour les années 1949 à 1956, le pourcentage de bogues stériles reconnu en fécondation libre pour les géniteurs de la Station. Il montre bien que le M. 75 est d'une stérilité femelle très poussée; les M. 1 et M. 8 ainsi que le Sauvage des Cars (S. D. C.) ont une stérilité femelle faible ou très faible.

TABLEAU VI

Fécondation libre. Bogues stériles pour 100 récoltées.

Géniteurs	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1956	Moy.
M. 75	51,00	6,60	59,60	32,00	74,60	89,40	98,00	58,80
M. 1	14,60	6,40	39,30	11,70	30,50	34,00	56,00	27,50
M. 8	15,70	7,70	20,10	14,70	47,10	26,50	51,80	26,20
S. D. C.	15,00	3,50	17,40	23,20	23,40	21,60	21,50	18,00
M. 44	1,80	2,50	7,30	15,70	20,70	32,20	29,00	15,60
P. 43	8,00	1,10	13,20		14,50	10,40	28,00	12,50
P. 41	3,20	1,40	10,40		14,00	17,20	29,00	12,50
P. 14	4,30	0,80	7,50		5,80	21,30	19,10	9,80
M. 49	4,60	1,70	2,50	5,30	5,40	18,40	12,70	7,20
M. 91	7,80	1,20	8,70	9,60	3,60	3,70	16,00	7,20
M. 82	5,10	1,20	1,50	5,40	4,10	10,10	18,60	6,70
M. 2	13,90	2,60	1,30	1,80	2,50	2,20	15,60	5,70
Moyenne annuelle	12,10	3,10	15,70	13,30	22,20	23,90	32,90	

2° **Nombre de châtaignes par bogue.** — Indépendamment du nombre plus ou moins élevé de bogues complètement stériles, que l'on peut observer sur un arbre, on constate, à la récolte, que toutes les bogues ne sont pas entièrement remplies ; c'est-à-dire que les 3 fleurs femelles qui composent, en général, l'inflorescence femelle, n'ont pas toutes donné un fruit.

Pour juger de l'aptitude que possède un arbre à avoir toutes ses fleurs fécondées, on met en évidence le nombre de châtaignes normalement constituées qui sont récoltées dans 100 bogues. On s'aperçoit rapidement que ce nombre varie avec les sujets et selon les années, mais selon ces dernières, il varie sensiblement pour tous dans le même sens. Ce nombre, même dans les très bonnes années comme 1950 et 1952, n'atteint que très rarement 300 ; il y a toujours une proportion variable de fleurs qui n'ont pas donné de fruit.

Par ailleurs, si l'on fait le dénombrement par quantité de châtaignes contenues dans chaque bogue, on constate que les arbres donnant les plus faibles récoltes sont ceux dont le nombre de bogues à une châtaigne est le plus élevé ; par contre, ceux donnant le plus de fruits sont ceux dont le nombre de bogues à 2 et même 3 châtaignes est le plus élevé.

Le tableau VII résume pour les géniteurs de la Station, les données recueillies concernant ces deux points de vue : nombre total de châtaignes

récoltées dans 100 bogues fertiles, et répartition de ces bogues, selon le nombre de châtaignes qu'elles contiennent.

TABLEAU VII

Fécondation libre. Nombre de châtaignes par bogue.

Géniteurs	Nombre moyen de châtaignes récoltées dans 100 bogues							Nombre de bogues à :		
	1949	1950	1951	1952	1953	1954	Moy.	1 chât.	2 chât.	3 chât.
M. 75	98	121	109	148	100	110	114	85	15	0
P. 43	178	179	150	225	129	93	159	52	38	10
M. 8	158	213	169	196	143	135	169	46	40	14
M. 1	138	240	161	198	145	174	176	42	40	18
S. D. C.	196	209	154	210	103	256	188	33	31	31
P. 41	200	194	170	256	113	223	191	35	39	26
P. 14	182	185	198	245	137	227	194	35	36	29
M. 44	170	255	201	213	170	161	195	25	30	30
M. 82	168	262	225	234	164	225	213	25	37	38
M. 49	250	283	219	241	190	239	237	11	41	48
M. 91	320	241	233	226	213	225	243	9	39	52
M. 2	196	290	268	279	230	261	254	10	26	64
	180	223	188	223	196	194	195			

On constate que le M. 75 (*C. mollissima*) est d'une très faible fertilité puisque, pour les 6 années de référence on n'a pu récolter que 114 châtaignes pour 100 bogues, et que, sur ces 100 bogues, 85 n'avaient qu'une châtaigne, et 15 seulement 2 châtaignes. Les types P. 43, M. 8, M. 1, P. 41, M. 44 (*C. crenata* × *C. sativa*) donnent en moyenne 159 à 195 châtaignes pour 100 bogues, et peuvent être considérés d'une fertilité moyenne. Quant aux M. 82, M. 49, M. 91 et M. 2 produisant de 213 à 254 châtaignes pour 100 bogues, on peut les considérer comme étant de bonne fertilité.

On peut donc, en tenant compte d'une part du nombre de bogues stériles et d'autre part de la répartition du nombre de châtaignes par bogue, donner une idée assez exacte de la productivité d'un arbre. On aura donc :

— une bonne productivité, pour moins de 10 p. 100 de bogues stériles et plus de 90 p. 100 de bogues ayant 2 et 3 châtaignes ;

— une productivité moyenne, pour 10 à 25 p. 100 de bogues stériles et de 50 à 90 p. 100 de bogues ayant 2 et 3 châtaignes ;

— une productivité faible, pour plus de 25 p. 100 de bogues stériles et moins de 50 bogues ayant 2 et 3 châtaignes.

Partant de ces bases, le tableau VIII donne le classement au point de vue fertilité et productivité des principaux géniteurs de la Station.

3° **Alternance dans les récoltes.** — Peut-on parler pour le châtaignier d'une alternance dans les récoltes ? Le fait ne paraît pas très net, si l'on se réfère aux 8 années pour lesquelles nous avons des observations, de 1949 à 1956 compris. Jusqu'en 1954 inclus, il avait semblé qu'une année sur

deux, la récolte pouvait être considérée comme bonne, les autres étant données comme moyennes ou faibles ; à ce titre, les années 1950, 1952, 1954 étaient bonnes, alors que 1949, 1951, 1953 étaient moyennes ou

TABLEAU VIII

Fécondation libre. Fertilité et productivité.

Géniteurs	Bogues stériles p. 100	Châtaignes dans 100 bogues	Fertilité	Bogues ayant 2 et 3 chât. p. 100 bogues	Productivité
M. 2	5,70	254	Bonne.	0	Bonne.
M. 82	6,70	213	Bonne.	75	Moy. à bonne.
M. 91	7,20	243	Bonne.	91	Bonne.
M. 49	7,20	237	Bonne.	89	Moy. à bonne.
P. 14	9,80	194	Moyenne.	65	Moyenne.
P. 41	12,50	191	Moyenne.	65	Moyenne.
P. 43	12,50	159	Moyenne.	48	Moy. à faible.
M. 44	15,60	195	Moyenne.	60	Moyenne.
S. D. C.	18,00	188	Moyenne.	62	Moyenne.
M. 8	26,20	169	Moyenne.	54	Moy. à faible.
M. 1	27,50	176	Moyenne.	58	Moy. à faible.
M. 75	58,80	114	Faible.	15	Faible.

faibles. L'année 1955 aurait du être moyenne ou faible ; en fait, elle s'est révélée bonne. Quant à l'année 1956, elle figure parmi les plus mauvaises depuis 1949. Le fait tient à ce que les froids rigoureux de février 1956 ont très certainement eu une action néfaste sur les bourgeons qui donnent les rameaux fructifères, et à ce que les conditions atmosphériques ont été très mauvaises au moment de la pollinisation : températures relativement fraîches et pluies ont entravé la dissémination du pollen (tableau IX).

TABLEAU IX

Châtaignes récoltées en fécondation libre.

Géniteurs	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	Moy.
M. 1	1 920	4 620	2 170	8 370	2 950	4 390	5 170	2 960	4 050
M. 2	7 640	10 460	9 350	11 560	6 190	8 230	15 650	7 050	9 520
M. 8	7 770	6 580	3 860	9 840	5 790	8 870	9 200	4 530	7 055
M. 44	650	4 250	1 810	2 290	3 020	1 470	3 600	3 090	2 525
M. 49	4 690	9 900	8 110	12 330	2 090	7 510	7 600	13 410	8 205
M. 75	2 560	230	390	50 090	1 620	860	1 550		1 535
M. 82	2 240	3 170	1 330	3 770	1 320	3 420	820	2 090	2 270
M. 91	420	560	3 730	570	570	2 360	3 100	200	1 440
P. 14	940	3 150	9 530	5 410	4 400	1 160	6 900	4 310	4 475
P. 41	3 590	6 490	6 420	8 300	2 560	3 330	5 800	3 280	4 970
P. 43	8 020	4 880	3 590	5 800	2 680	5 600	5 940	4 750	5 160
S. D. C.	23 340	21 230	7 710	26 630	11 330	32 010	18 200	5 450	18 210
Total	63 780	75 520	58 000	99 960	44 520	79 210	83 530	51 120	

L'importance de la récolte dépend donc encore plus des facteurs climatiques annuels, surtout ceux sévissant au moment de la pollinisation et de la fécondation, que d'un cycle de bonnes et de moins bonnes récoltes fruitières.

B. — Autocompatibilité.

Les gènes de résistance à la maladie de l'Encre et à l'*Endothia* étant en général récessifs, la pratique de l'autofécondation était un moyen d'obtenir des descendances renfermant une proportion plus élevée de plants résistants.

L'étude de l'autofécondation a donc été faite en procédant soit par pollinisation à la main avec du pollen soigneusement isolé, récolté sur l'arbre lui-même, soit par pollinisation naturelle, en mettant en présence fleurs mâles et femelles dans un sac étanche au pollen étranger. Dans les deux cas les résultats obtenus sont identiques. Ils montrent que l'autocompatibilité, variable selon les arbres travaillés, reste cependant faible, comparée à la fertilité moyenne de l'arbre en fécondation libre (tableau X).

Tableau X

Autofécondation. — Nombre de châtaignes pour 100 *bogues.*

Géniteurs	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	Moyenne	
									Auto-fécond.	Fécond. libre (1)
M. 1	0	7	7,50	1	6,20	1,70	2,50	3,10	3,60	141
M. 2		0	1,60	0	0	0	0		0,25	247
M. 8	9,80	21	21,20	15	15,90	19	16,60	24,60	17,90	135
M. 44	2,30	2,50	5,80	1,90	1,70	0,60	2,40	3,50	2,60	170
M. 49	8	62,70	55,50	56,40	40,60	19	40,10	33,80	39,50	223
M. 75	0	1,60	0	0	0,30	0,40	0		0,30	57
M. 82	21,60	14,30	13,90	31,30	11,20	19,20	37,10	32,40	22,60	204
M. 91	17,20		3,60	5	5,30	9,10	2,10	7,60	7,10	228
P. 14	28	5,80	37,90	61,70	61,70	53,50	53,40	77	45,40	167
P. 41	3,90	3,90	1,40	7,10	7,10	2,70	3,20	6,30	4,50	166
P. 43	3,10		0	2,50	1,90	3,10	0,70	1,20	1,80	145
Aw-2				1,70	1,80	1,20	0,80		1,40	
Aw-3				7,70	3	3,30	6,20		5,05	
Aw-4				9,30	4,80	6,10	4,50		6,20	
Aw-5				1	6,30	4,40	0		2,90	
	9,40	13,20	13,50	13,40	10,15	9,60	11,30	21,40		

(1) Comptée sur 100 bogues stériles et fertiles.

Pour la majorité des sujets de la Station et pour les années de 1948 à 1955, le nombre moyen de châtaignes récoltées dans 100 bogues est inférieur à 10 ; chez certains, cependant ce nombre peut atteindre 40 et plus (P. 14, M. 49).

Si ces deux derniers, P. 14 et M. 49, peuvent être considérés comme ayant une bonne autocompatibilité, les M. 82 et M. 8 n'ont qu'une autocompatibilité moyenne à faible. Les autres n'ont qu'une autocompatibilité faible ou très faible. Le cas de M. 2 et M. 75 est particulier ; le très faible pourcentage de châtaignes obtenu tient, en dehors de l'incompati-

bilité, à la mauvaise constitution des organes mâles pour le premier, des organes femelles pour le second.

Les résultats obtenus dans ces opérations d'autofécondation prouvent que le châtaignier est pratiquement auto-stérile et que la fécondation croisée doit être la règle. La conséquence pratique à en tirer au point de vue production fruitière est que dans les vergers constitués en une seule variété, une récolte abondante ne pourra que difficilement avoir lieu. Il est nécessaire d'y adjoindre en mélange quelques sujets d'une ou plusieurs variétés dont le rôle unique sera d'être les pollinisateurs de la variété de base. C'est ce qui existe dans la pratique où les châtaigneraies sont rarement constituées en une variété unique, mais bien en mélange de variétés. Même lorsqu'il n'y en a qu'une seule, il existe toujours, dans le voisinage immédiat, quelques « bouscasses » ou sauvages qui assurent effectivement et efficacement la pollinisation.

C. — Intercompatibilité.

La fécondation croisée étant donc la règle chez les châtaigniers, il s'ensuit que, tous autres facteurs étant favorables, notamment les facteurs climatiques, la fécondation atteindra un taux élevé si d'une part, il y a synchronisme entre les époques de maturité des organes mâles et femelles et si d'autre part, il y a compatibilité génétique entre les géniteurs en présence.

1° **Synchronisme des époques de maturité des organes mâles et femelles.** — Par des pollinisations contrôlées, faites à partir du moment où la fleur femelle commence à épanouir ses stigmates, jusqu'à 1 mois après le plein épanouissement de tous les stigmates, on a pu se rendre compte que la fécondation est possible dès que tous les stigmates de toutes les fleurs d'une inflorescence sont entièrement épanouis. Elle l'est encore un mois après ce stade et présente le maximum de chances de réussite dans la période allant de 8 à 21 jours après le plein épanouissement de tous les stigmates de toutes les fleurs d'une inflorescence (tableau XI).

Tableau XI

Possibilité de fécondation des fleurs femelles
(Nombre de châtaignes pour 100 bogues).

Stades de Pollinisation	1952	1953	1954	Moyenne
Apparition stigmates fleurs centrales .	0	0	0	0
Apparition stigmates fleurs latérales ..	0	0	0	0
Épanouïssement tous stigmates toutes fleurs	21	0	50	23 60
— 8 jours après.....	150	86	33	89 60
— 21 jours après.....	100	93	60	84 30
— 30 jours après.....	0	40	0	13 30

Il est donc évident que l'on a intérêt à mettre en présence des types dont la pleine floraison mâle se produira précisément au cours de la période où les fleurs femelles seront plus réceptibles et plus fécondables.

En conséquence, avant de procéder à la constitution de châtaigneraies de semence, donnant des plants résistants, il est nécessaire de bien connaître, d'une part, leur compatibilité génétique et, d'autre part, leur compatibilité chronologique. Si toutes les deux sont bonnes, la production de graines sera importante. Il est bien évident, également, que dans une châtaigneraie à fruits, ces deux sortes de compatibilité ont un rôle important à jouer. Le meilleur rendement ne peut être obtenu que si pollinisateurs et fécondés s'accordent parfaitement, génétiquement et chronologiquement.

2° **Intercompatibilité génétique.** — Dans les croisements interspécifiques ou intraspécifiques effectués systématiquement depuis 1948, on remarque que certains géniteurs comme P. 14, M. 75 et M. 8, quel que soit le sens du croisement et avec tous les géniteurs qui leur étaient associés, donnent une quantité de châtaignes relativement élevée ; en moyenne plus de 75 châtaignes dans 100 bogues. De plus, on note que ce rendement est nettement meilleur dans certains croisements particuliers.

Par contre, d'autres géniteurs, comme P. 43, M. 1 et P. 41 ne donnent, pour l'ensemble des croisements effectués, qu'une quantité assez faible de châtaignes, moins de 50 pour 100 bogues. Cependant, pour eux aussi, et dans certains croisements, cette production peut être nettement plus élevée.

Le tableau XII donne, pour l'ensemble des croisements effectués à la Station entre tous les géniteurs, les quantités moyennes de châtaignes recueillies dans 100 bogues au cours des années 1948 à 1956 inclus.

TABLEAU XII

Intercompatibilité. — Nombre de châtaignes dans 100 *bogues.*

Géniteurs	M. 1	M. 2 (1)	M. 8	M. 44	M. 49	M. 75 (2)	M. 82	M. 91	P. 14	P. 41	P. 43	S. D. C. (1)
M. 1.....												
M. 2.....	52											
M. 8.....	62	88										
M. 44.....	52	67	65									
M. 49.....	47	29	70	75								
M. 75.....	42	84	82	52	91							
M. 82.....	63	60	63	64	63	101						
M. 91.....	44	108	81	60	56	43	68					
P. 14.....	101	45	99	111	63	157	85	75				
P. 41.....	38	49	83	20	20	29	45	15	85			
P. 43.....	20	44	77	32	30	75	39	39	57	47		
S. D. C.....	39		52	62	25	64	34	75	64	93	68	
	48	63	75	60	52	75	62	60	86	48	48	58

(1) Géniteur fonctionnant uniquement comme femelle (mâle stérile).
(2) Géniteur fonctionnant uniquement comme mâle (femelle stérile).

Dans tous les cas, les organes mâles et femelles des géniteurs sont normalement constitués et le pollen employé a un bon pouvoir germinatif. De plus, les pollinisations ont été faites dans les mêmes conditions et par les mêmes opérateurs. Ces différences de rendement ne peuvent donc s'expliquer que par l'existence d'une intercompatibilité plus ou moins prononcée entre les géniteurs mis en présence.

La non compatibilité dépend probablement d'un mécanisme analogue à celui étudié chez les cerisiers et certains *Nicotiana* (série polyallélique), la croissance des tubes polliniques à l'intérieur du style étant inhibée si le pollen contient les mêmes allèles que le style. La présence de gènes léthaux empêchant la nutrition de l'ovule et le développement de l'œuf peuvent aussi jouer un rôle.

On peut donc considérer les croisements comme étant d'une intercompatibilité :

1° Bonne, quand il y a plus de 100 châtaignes pour 100 bogues ;

2° Moyenne à bonne, quand il y a de 75 à 100 châtaignes pour 100 bogues ;

3° Moyenne, quand il y a de 50 à 75 châtaignes pour 100 bogues ;

4° Faible à moyenne, quand il y a de 20 à 50 châtaignes pour 100 bogues ;

5° Faible, quand il y a moins de 20 châtaignes pour 100 bogues.

Dans ces conditions, les géniteurs P. 14, M. 75 et M. 8 sont d'une intercompatibilité générale moyenne à bonne ; les géniteurs M. 49, Sauvage des Cars, M. 44, M. 91, M. 82 et M. 2 d'une intercompatibilité générale moyenne ; enfin, les M. 1, P. 41 et P. 43 sont d'une intercompatibilité générale moyenne à faible.

Par ailleurs, il est à noter que la quantité de châtaignes produites dans les opérations de fécondation contrôlée est nettement inférieure à celle produite par les géniteurs en fécondation libre (tableau XIII).

Tableau XIII

Châtaignes récoltées dans 100 *bogues.*

Géniteurs	Fécondation libre (1)	Fécondation contrôlée
M. 2	246	63
M. 91	228	60
M. 49	223	52
M. 82	204	62
S. D. C.	175	58
M. 44	170	60
P. 14	167	86
P. 41	166	48
P. 43	145	48
M. 1	141	48
M. 8	135	75

(1) Nombre de châtaignes dans 100 bogues stériles et fertiles.

Cette différence tient à plusieurs causes :

1° En frottant les châtons mâles sur les stigmates des fleurs femelles on peut provoquer des meurtrissures ou des ruptures invisibles, entravant ou arrêtant totalement le développement des tubes polliniques.

2° Par cette opération de frottement, on n'est pas absolument sûr que du pollen ait été déposé sur les stigmates, ou que du pollen déposé ait pu s'y maintenir jusqu'à germination.

3° La mise sous sacs cellophane des fleurs femelles pour isolement, crée, sans aucun doute, un micro-climat, qui peut, par sa trop grande chaleur, son excès ou son défaut d'humidité, entraîner des modifications invisibles à l'œil nu dans les ovaires des fleurs femelles, provoquant notamment la stérilité, ou entraînant une modification du pouvoir germinatif du pollen.

D. — Facteurs climatiques.

Les facteurs climatiques peuvent intervenir dans la production des châtaignes par leur influence au moment de la pollinisation et de la fécondation, et après celles-ci au cours de la végétation.

1° **Influence sur la pollinisation et la fécondation.** — La constitution même des fleurs du châtaignier, leur séparation, bien qu'étant sur un même pied, et dans certains cas, l'absence totale ou pratique de pollen dans les fleurs mâles, sont des facteurs qui plaident en faveur d'une anémophilie dans la pollinisation du châtaignier. Par contre, la quantité importante d'insectes butinant les fleurs mâles en pleine floraison, l'odeur caractéristique de ces fleurs épanouies qui attirent indiscutablement les insectes, la viscosité, quoique peu prononcée, du pollen, sont des facteurs plaidant pour une pollinisation entomophile. En réalité, les deux modes interviennent pour assurer un transport massif de pollen des fleurs mâles sur les stigmates des fleurs femelles.

Dans ces conditions, il est certain que tous les facteurs climatiques influant sur le vol des insectes ou contrecarrant la dissémination du pollen par le vent, entraveront du même coup et la pollinisation et la fécondation.

Parmi les principaux de ces facteurs, citons : la pluie, le brouillard, qui délavent les châtons mâles et entraînent le pollen à terre, et qui devient ainsi inutilisable ; citons encore les températures relativement basses qui peuvent arrêter les vols des insectes et entraîner un manque de fécondation par suite de la mauvaise germination du pollen. En effet, le grain de pollen, pour germer, demande une température assez élevée. *In vitro*, les expériences ont montré qu'il fallait des températures de 27°-30°C. Il n'est pas rare d'observer au moment de la pollinisation des températures moyennes de 16°-18° seulement ; il est certain que dans ces conditions, le pollen peut très mal germer ou même ne pas germer du tout. La fécondation en souffre d'autant.

2° **Influence en cours de végétation.** — Les accidents en cours de végétation sont rares. Cependant, les plus à craindre sont ceux qui se produisent généralement dans les fonds de vallées fraîches, courant septembre octobre. Dans ces localisations, il se produit des brumes humides et relativement froides, suivies le plus souvent d'exposition au soleil qui demeure encore à cette époque assez violent. Le résultat est que bon nombre de châtaignes arrêtent leur développement. A la récolte, on ramasse des fruits incomplètement formés ; le sommet renferme des cotylédons réduits et plus de la moitié inférieure du fruit est vide. En terme commun, il est dit que la récolte est « coupée ». Ces fruits à demi-remplis sont évidemment invendables. A noter que cette sensibilité est variable selon les variétés cultivées.

V. — MATURITÉ DES FRUITS

La connaissance du nombre de jours qui s'écoulent depuis le débourrement de l'arbre jusqu'à la maturité des fruits est des plus utiles. Elle permet :

1° de déterminer les variétés les mieux adaptées aux conditions climatiques de la région où elles sont appelées à être cultivées ;

2° de fournir aussi, aux producteurs, des variétés à précocité de récolte échelonnée, point de vue intéressant pour l'écoulement des produits sur le marché.

A. — Nombre de jours : débourrement de l'arbre à maturité des fruits.

Le tableau XIV, ci-après, donne l'indication de la longueur moyenne de cette période telle qu'elle résulte des observations faites depuis 1948 à 1956 sur les géniteurs de la Station. Il montre :

1° Que la longueur du cycle varie selon les géniteurs considérés, allant de 140-160 jours pour les plus courts, à 160-185 ou 165-180 pour les plus longs.

TABLEAU XIV

Cycle débourrement-maturité.

Débourrement	Géniteurs	Nombre de jours Débourrement-maturité	Longueur du cycle
1/2 précoce	M. 1	165-180	long
1/2 précoce	M. 44	165-180	long
1/2 tardif	M. 8	150-165	moyen
1/2 tardif	M. 2	155-175	moyen à long
1/2 tardif	P. 14	160-185	long
1/2 tardif	M. 49	165-180	long
1/2 tardif	M. 82	165-180	long
Tardif	P. 41	140-160	court
Tardif	M. 91	150-180	moyen à long
Tardif	S. D. C.	155-175	moyen à long

2° Que la précocité à la récolte est indépendante de la précocité de débourrement : elle est surtout fonction de la durée de la période pollinisation-maturité que nous définirons ultérieurement. Ainsi, le P. 41 débourre 10-15 jours après le M. 1. et le M. 44, mais grâce à une durée pollinisation-maturité plus courte que ces derniers, il parvient à mûrir ses châtaignes pratiquement en même temps.

Le type P. 41 à débourrement tardif, mais à cycle de maturité relativement court (140-160 jours) est capable de mûrir ses fruits sous des climats à gelées printanières tardives ou à gelées d'automne précoces, c'est-à-dire en région d'une certaine altitude, sous réserve, cependant, qu'il puisse résister aux froids rigoureux de l'hiver.

Les types M. 1 et M. 44, à débourrement précoce et à cycle de maturité relativement long (165-180) conviendraient à des climats tempérés, sans gelées précoces ou tardives. Dans ce même cycle, les types M. 49, M. 82, P. 14 à débourrement 1/2 tardif craindraient peut-être moins les gelées tardives de printemps, mais en raison de la longueur de leur cycle de maturité, pourraient redouter les gelées précoces d'automne.

Les types M. 8, M. 2, Sauvage des Cars et M. 91 à cycle de maturité moyen et de débourrement 1/2 tardif à tardif, pourraient convenir aux régions intermédiaires.

B. — Nombre de jours : pollinisation à maturité des fruits.

L'exécution des opérations de fécondation contrôlée a permis de déterminer la période de temps qui s'écoule de la pollinisation à la maturité de la châtaigne, c'est-à-dire le temps nécessaire pour développer complètement le fruit. Cette maturité est considérée acquise lorsque les châtaignes sortent librement et naturellement des bogues, ou lorsque, en cas de mauvaise déhiscence des bogues, celles-ci se détachent des rameaux fructifères, tout en contenant les châtaignes. La période retenue pour déterminer la durée moyenne du temps s'écoulant de la pollinisation à la maturité est celle pendant laquelle au moins 70 p. 100 de la récolte est parvenue naturellement à maturité (tableau XV).

Ce tableau indique, pour les principaux géniteurs de la Station, comment se répartit la récolte en fonction du nombre de jours comptés depuis le jour de la pollinisation au jour de la récolte. Il permet également de déterminer la durée moyenne de la période s'étendant de la pollinisation à la maturité.

Il montre que, même pour des arbres de même origine, cette durée moyenne est très variable selon les individus observés. Ainsi, pour ne prendre que les plus extrêmes, pour *C. crenata* × *C. sativa*, P. 41 mûrit ses fruits en 75-95 jours, alors que M. 82 ne le fait qu'en 95-115 jours, soit une différence de 20 jours.

TABLEAU XV

Nombre de jours de la pollinisation à la maturité.

Années 1952 à 1956

Géniteurs	Nombre de Châtaignes (en % de la récolte)											Durée moyenne en jours	
	70-75 J.	75-80 J.	80-85 J.	85-90 J.	90-95 J.	95-100 J.	100-105 J.	105-110 J.	110-115 J.	115-120 J.	120-125 J.		
P. 41		3	27	35	8	17	10					75 - 95	Courte
M. 8			2	13	16	25	23	18	3			85 - 105	
M. 91			2	6	7	20	14	23	18	10		85 - 105	
P. 14				11	21	13	23	12	14			85 - 105	Moyenne
M. 44				1	5	24	37	20	13			90 - 105	
M. 49					10	25	39	16	10			90 - 105	
P. 43				5	11	8	28	13	5	14	16	90 - 115	
M. 1					4	12	26	28	30			95 - 110	
M. 2					6	13	18	19	27	14	3	95 - 115	Longue
M. 82					3	15	19	22	18	12	11	95 - 115	
S. des C.						2	14	17	20	33	10	100 115	

On peut donc dire que P. 41 mûrit très rapidement ses fruits : les M. 8, M. 91, P. 14, M. 44, M. 49, mûrissant leurs fruits en 85-105 et 90-105 jours, ont une durée pollinisation-maturité moyenne ; les P. 43, M. 1, M. 2, M. 82, S. D. C., mûrissant leurs fruits en 90-110-115 jours, ont une durée pollinisation-maturité longue.

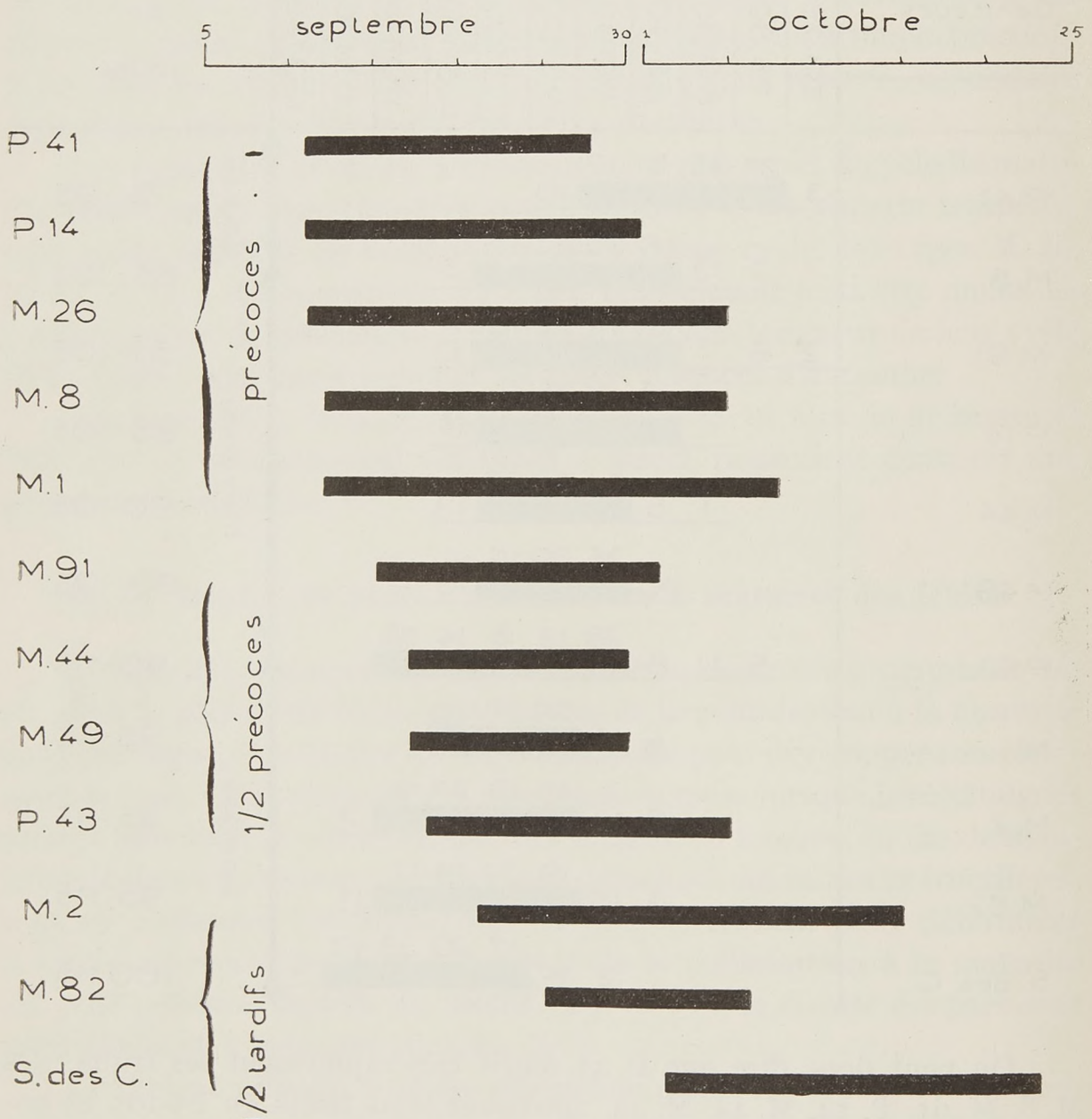
C. — Époques de maturité des fruits.

Lorsque les châtaignes sont parvenues à maturité, les bogues s'ouvrent en général en 2, 3 ou 4 valves et laissent échapper les fruits qui tombent à terre. Cependant chez certains types, la maturité est marquée

par la chute de la bogue elle-même qui, tout en étant plus ou moins ouverte, renferme encore tout ou partie des châtaignes. Dans ce cas, la déhiscence est mauvaise et entraîne, au moment de la récolte, un travail supplémentaire pour extraire les châtaignes des bogues.

TABLEAU XVI

Époques de récolte.



L'époque de la chute des châtaignes varie selon les espèces et les types de châtaigniers. D'une façon générale, pour les exotiques et issus d'exotiques, cette chute commence vers le 10-15 septembre et se poursuit jusqu'à la fin du mois. Chez les *C. sativa*, elle commence début octobre et se poursuit, pour certains, jusqu'à la mi-novembre. Cependant, il existe chez les *C. sativa*, des types précoces, dont la maturité a lieu à partir du 15 septembre.

Le tableau XVI donne pour les géniteurs, les dates moyennes et

extrêmes de récolte observées à la Station. D'après ces données, on peut les classer en :

1° Précoces : maturité à partir du 10 septembre : P. 41, P. 14, M. 8, M. 1 (*C. crenata* × *C. sativa*) et M. 26 (*C. crenata*).

2° Demi-précoces : maturité à partir du 15-20 septembre : M. 91, M. 44, M. 49, P. 43 (*C. crenata* × *C. sativa*) et M. 75 (*C. mollissima*).

3° Demi-tardifs : maturité à partir du 20-25 septembre : M. 2, M. 82 (*C. crenata* × *C. sativa*).

4° Tardifs : maturité à partir du 1er octobre : Sauvage des Cars (*C. sativa*).

VI. — CONCLUSIONS

L'étude systématique de la biologie du Châtaignier, indispensable pour l'exécution des travaux effectués afin de trouver un moyen de lutte efficace contre les maladies de l'Encre et de l'*Endothia*, a permis de mettre en évidence un certain nombre de faits de grand intérêt, non seulement pour les travaux de recherches proprement dits, mais aussi pour la production fruitière pure.

L'existence d'une autocompatibilité très faible, qui est la règle générale chez les châtaigniers, entraîne obligatoirement la fécondation croisée. Celle-ci ne peut remplir son rôle dans les meilleures conditions que si les géniteurs mis en présence ne sont pas stériles, mâles ou femelles, et s'ils sont compatibles tant au point de vue génétique qu'au point de vue dates de floraison. La connaissance des particularités à ces différents points de vue est notoirement nécessaire quand il s'agit de constituer des châtaigneraies de semences de plants résistants ou des châtaigneraies productrices de fruits destinés à la consommation ou à l'industrie.

La connaissance du cycle annuel biologique d'une variété, de son débourrement jusqu'à la récolte, est également nécessaire, car il donne des indications très utiles pour juger de l'aptitude qu'a cette variété à prospérer dans une ou plusieurs régions déterminées.

L'ensemble de ces connaissances, appliquées systématiquement aux variétés fruitières notamment, doit permettre, une fois qu'un choix a été fait parmi celles-ci au point de vue organoleptique, présentation et utilisation, de définir :

1° Les variétés qui, par pollinisation croisée, donneront les meilleurs rendements au point de vue qualité et quantité,

2° Les variétés les mieux adaptées aux conditions climatiques des régions productrices.

Ces deux problèmes sont inscrits à l'ordre du jour des travaux de la Station d'Amélioration du Châtaignier, et sont actuellement en cours d'exécution.

Reçu pour publication le 28 janvier 1958.

RÉSUMÉ

Observations sur la biologie du châtaignier

L'étude systématique de la biologie du châtaignier, indispensable pour l'exécution des travaux effectués afin de trouver un moyen de lutte efficace contre les maladies de l'Encre et de l'*Endothia*, a permis de mettre en évidence l'existence :

1° De châtaigniers mâle-stériles par absence totale de pollen ou par mauvaise qualité du pollen existant, ainsi que de châtaigniers plus ou moins femelle-stériles ;

2° D'une autocompatibilité en général très faible, entraînant une fécondation croisée obligatoire pour assurer une production importante de graines ;

3° D'une intercompatibilité variable selon les types mis en présence dans les croisements et d'un décalage entre les époques de floraison des fleurs mâles et de bonne fécondation possible des fleurs femelles ;

4° De cycles biologiques annuels, du débourrement à la récolte des fruits, variables selon les types, conditionnant leur aptitude à prospérer dans des localisations déterminées.

Appliquées aux variétés fruitières, ces connaissances permettent de définir les variétés qui, par pollinisation croisée, donnent les meilleurs rendements au point de vue quantité et qui sont en même temps adaptées aux conditions climatiques des régions de production.

SUMMARY

Studies on the biology of the chestnut-tree

The systematic study of the biology of the chestnut-tree, which is indispensible in the carrying out of investigations to find a method of combatting the diseases of chestnut ink and *Endothia*, has allowed the existence of the following to be brought to light :

1. Chestnuts which are male-sterile by complete lack of pollen or by the low quality of the existing pollen, as well as chestnuts practically female-sterile ;

2. A self-incompatibility generally very low, leading to a compulsory cross-fertilization to ensure an important production of seeds ;

3. An intercompatibility variable according to the types brought together in the crosses and a time-lag between the flowering times of male flowers and the times of a good fertilization possible in female flowers ;

4. Annual biological cycles, from the bursting of the buds to fruit-picking, depending on the types and conditioning their fitness to multiply in determined localities.

When applied to fruit-tree varieties, this knowledge allows the varieties which, by cross-fertilization, give the best yields from the point of view of quantity, and which at the same time are adapted to the climatic conditions of the regions of production, to be determined.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchungen über die Biologie der Esskastanie

Die systematische Erforschung der Biologie der Esskastanie, die unerlässlich ist für die Durchführung der Arbeiten um ein wirksames Kampfmittel

gegen die Tintenkrankheit und Endothia zu finden, erlaubt uns die Existenz von folgenden Faktoren klar zu stellen :

1. Von männlichen sterilen Esskastanien, die bedingt sind durch das völlige Fehlen von Pollen oder durch schlechte Qualität vorhandener Pollen, gleichwie von mehr oder weniger sterilen weiblichen Esskastanien.

2. Von einer, im allgemeinen sehr schwachen, Selbstverträglichkeit, die eine obligatorische Befruchtung durch Kreuzung ausschliesst um eine ausehnliche Erzeugung von Samen zu sichern.

3. Von einer wechselnden Zwischenverträglichkeit, je nachdem wie die Typen einander gegenüber gelegt sind in den Kreuzungen. Daueben ist noch eine Verschiebung zu erkennen zwischen der Blüte der männlichen Blüten und einer möglichen guten Befruchtung der weiblichen Blüten.

4. Von biologischen Jahreszyklen, vom Aufbrechen bis zur Ernte der Frucht, die nach den Typen jeweils veränderlich sind, welche ihre natürlichen Anlagen zum Gedeihen bringen in den ortlich begrenzten Standorten.

Angewandt auf die Fruchtvarietäten, erlauben diese Kenntnisse diejenigen Varietäten zu bestimmen, die, durch Bestäubung gekreuzt, bezüglich des Ernteertrags die besten Erfolge zeitigen und jene, welche gleichzeitig für die klimatischen Bedingungen der Anbauregionen passen.

РЕЗЮМЕ

Биолочигеские наблюдения каштановаго дерева.

Ж. СОЛИНЬЯ.

Систематическое изучение биологии каштановаго дерева, необходимое для реализации работ с целью действительной борьбы против чернильных болезней и Эндотии (Endothia) — позволило проявить существование :

1. Деревьев-отцев бесплодных по полному отсутствию пыльцы или по плохому качеству существующей пыльцы а также и материнских деревьев, более или менее бесплодных.

2. Вообще, слабой само-приемлимости и как следствие, обязательнаго перекрестнаго опыления, чтобы обезпечить значительное производство зерен.

3. Меж-приемлимости, варирующей в зависимости от скрещиваемых типов и от сдвига периода цветения отцевских цветов и возможнаго хорошаго оплодотворения материнских цветов.

4. Биологических годовых циклов, от выхода в почки до сбора плодов, различных, в зависимости от типов, определяющих их способность к процветанию в определенных местонахождениях.

Эти знания, приложенные к фруктовым сортам, позволяют определение сортов, дающих по перекрестному опылению, наилучшие урожаи по качеству и которые, одновременно, приспособленны к климатическим условиям производственных районов.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Breviglieri (N.). — Plublicazione nº 1. Centro di Studio sul Castagno. *La Riserca Scientifica*. Anno 21º, 1951.
(2) Breviglieri (N.). — Publicazione nº 2. Centro di Studio sul Castagno. *La Riserca Scientifica*, Anno 25º, 1955.
(3) Camus (A.). — Les châtaigniers, 1929.
(4) Graves (A. H.). — Relative Blight Resistance in Species and Hybrids of Castanea, *Phytopathology.*, vol. XL, nº 2, 1950.
(5) Schad (C.), Grente (J.), Solignat (G.). — Recherches sur le châtaignier à la Station de Brive. *Annales de l'Amél. Plantes* Nº 3, 1952.
(6) Schad (C.), Solignat (G.), Grente (J.), Venot (P.). — Le problème du châtaignier en France. *B. T. I.* Nº 70, 1952.
(7) Schad (C.), Solignat (G.). — Biologie Florale et méthodes d'amélioration du châtaignier. *C. R. Acad. Agric.*, 14 mai 1952.
(8) Solignat (G.). — Études écologiques sur le châtaignier en France. 2e Session de la Commission Internationale du Châtaignier. Espagne, Portugal, 1953.
(9) Solignat (G.), Venot (P.). — La multiplication végétative et l'hybridation dans l'amélioration du châtaignier. 68e Congrès pour l'Avancement des Sciences. Clermont-Ferrand, 1949.

POSSIBILITÉS D'UTILISATION DE L'ANALYSE SÉQUENTIELLE POUR LE CONTROLE DES VARIÉTÉS-POPULATIONS

PAR

H. BANNEROT

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des plantes, Versailles.

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

I. — Le contrôle morphologique des variétés-populations.

A. — Caractéristiques des populations. Bases du contrôle.

B. — Méthodes actuelles.

II. — L'analyse séquentielle.

A. — Définition.

B. — Précision. Coût.

III. — Application au contrôle des variétés-populations.

A. — Cas des populations naturelles.

B. — Cas des variétés synthétiques.

Conclusion.

INTRODUCTION

Dans l'état actuel de l'amélioration des plantes en France, on peut considérer les variétés inscrites au Catalogue officiel d'une espèce autogame comme des lignées pures. On admet que les individus y sont homozygotes, c'est-à-dire identiques dans l'espace et dans le temps.

Il suffit pour contrôler l'identité variétale de s'assurer, à l'aide d'un nombre suffisant de caractères morphologiques de bonne valeur différentielle, qu'un échantillon représentatif de chaque multiplication est homogène et conforme au type déposé.

Il n'en est pas de même si on envisage d'inscrire dans un Catalogue et de contrôler une « variété » de plante à fécondation croisée.

Ces variétés sont toujours des populations : chaque individu y est hétérozygote et, en général, différent des autres : le cas particulier des variétés F_1 peut entrer dans cette définition : bien qu'approximativement tous identiques, les individus F_1 sont hétérozygotes et les générations suivantes montreront l'hétérogénéité caractéristique d'une population.

I. — LE CONTROLE MORPHOLOGIQUE DES POPULATIONS

A. — Caractéristiques des populations. Bases du contrôle.

Les populations allogames peuvent se diviser en deux types :

Les populations de pays se sont différenciées sous l'influence de la sélection naturelle particulière à un milieu régional ; elles sont d'origine ancienne et ont accumulé un stock génétique important.

On leur oppose les populations synthétiques. Celles-ci sont d'origine récente, leur stock génétique est limité à celui des plantes intervenant dans les croisements de départ, obtenues elles-mêmes par sélection artificielle, le plus souvent par consanguinité. Leur homogénéité relative et leur meilleure résistance aux maladies et accidents climatiques est ainsi expliquée.

Leur supériorité de rendement sur les populations naturelles, due à des phénomènes d'hétérosis, est consécutive au choix, plus ou moins délibéré, de certaines combinaisons génétiques particulièrement favorables.

Il peut sembler, dans le cas où les constituants de la variété sont des lignées sensiblement pures obtenues artificiellement, qu'on puisse appliquer un contrôle du type précédent. Il faut en outre, pour que ce contrôle donne toute sécurité, que les semences commercialisées soient des F_1 ou, à la rigueur, des combinaisons de F_1 différentes, et que ces semences soient toutes effectivement hybrides, autrement dit, qu'on ait un moyen efficace d'empêcher autofécondations et croisements consanguins (castration des organes mâles, possible seulement à une grande échelle chez une plante monoïque dicline ; stérilité mâle, qu'on puisse éliminer au stade commercial si le but de la culture est d'obtenir des graines). Ces conditions sont rarement réunies.

Dans certains cas, la plante, à cause de son comportement autopolyploïde (luzerne, dactyle), son mode de reproduction obligatoirement allogame (trèfles) ne permet pas l'obtention de lignées pures. On peut néanmoins utiliser la vigueur hybride en combinant entre elles des familles encore hétérozygotes.

Souvent l'utilisation directe d'une F_1 ou d'un hybride double, même en y tolérant une certaine proportion de croisements consanguins, se heurte à des impératifs économiques ; les semences doivent être multipliées plusieurs fois en panmixie avant d'atteindre le stade commercial.

Dans tous les cas, nous obtenons une population, d'autant plus hétérogène que les familles de départ étaient hétérozygotes et que le nombre de générations nous en séparant est élevé.

Une caractérisation précise de telles populations, naturelles ou synthétiques, se révèle très difficile.

On ne peut que s'appuyer sur les différences qui existent entre ces populations ; la recherche d'une caractéristique morphologique commune à tous les individus d'une même population, qui permette de la distinguer aisément d'une autre est souvent aléatoire ; elle est quelquefois prévue par l'obtenteur (couleur des graines, des fleurs).

En fait, ces différences sont d'ordre statistique, reflétant des fréquences allèliques différentes ; par exemple, la proportion de plantes à fleurs bigarrées chez la luzerne s'établit à la valeur moyenne de 6 p. 100 pour l'écotype Provence et 22 p. 100 pour celui de Poitou.

Remarquons qu'on peut admettre que les fréquences des caractères retenus sont stables au cours des générations chez les populations naturelles : celles-ci ont atteint un état d'équilibre génétique dans leur région d'origine.

Il est, par contre, vraisemblable qu'il n'en sera pas de même pour les variété synthétiques et que chaque génération, au moins pour les premières, sera caractérisée par une fréquence propre d'individus marqueurs.

Un lot de luzerne, montrant 20 p. 100 de fleurs bigarrées, peut être éliminé s'il est présenté comme Provence, par contre, sur la foi de ce seul caractère, il n'y a pas de raisons de le refuser s'il est présenté comme Poitou.

Le principe du contrôle morphologique est donc le suivant : il n'y a pas d'obstacles à la conformité lorsque les pourcentages de certains phénotypes ne diffèrent pas sensiblement de ceux qui ont été établis après observation de l'échantillon déposé. Ces phénotypes sont choisis pour qu'on les distingue sans ambiguïté et que leurs fréquences dans les diverses populations soient différentes.

Un tel contrôle ne permet à coup sûr que des décisions de refus ; pour lui assurer un aspect positif, il est nécessaire de le compléter par un « contrôle généalogique » : plombage des sacs des semences à la récolte, vérification de comptabilités, permettant de s'assurer de la filiation effective des générations à partir du départ.

B. — Méthodes actuelles de contrôle.

Le seul exemple d'un contrôle morphologique, de ce type, actuellement au point est celui des populations et variétés françaises de luzerne inscrites au Catalogue officiel.

Les populations naturelles furent les premières inscrites et un certain temps les seules, le système de contrôle suivant leur fut appliqué.

Etant donné un caractère distinctif dont la fréquence moyenne chez les diverses populations s'établit à des valeurs différentes, si nous choisissons une valeur P du pourcentage intermédiaire entre les moyennes, nous pouvons alors, en utilisant P comme jalon, diviser les populations

en deux groupes : celles dont le pourcentage est inférieur à P et celles dont le pourcentage est supérieur.

Avec un deuxième caractère, nous pouvons subdiviser les deux groupes précédents et ainsi de suite jusqu'à ce que chaque groupe ne contienne qu'une population.

C'est ainsi que l'on peut distinguer les trois écotypes de luzerne Flamande, Poitou et Ormelong en les classant par rapport aux valeurs 40 p. 100 de racines pivotantes et 15 p. 100 de fleurs bigarrées.

	40 % P	15 % B
Flamande	<	<
Poitou	>	>
Ormelong	>	<

Ce système a l'avantage de la simplicité, mais présente un certain nombre d'inconvénients :

— Il devient complexe dès qu'on a affaire à un nombre important de variétés à contrôler et surtout, il oblige à utiliser d'autres caractères distinctifs dont le nombre est limité.

— Une telle définition de la conformité laisse une trop grande variation possible aux caractères retenus, et aussi aux caractères agronomiques.

— Pour qu'on puisse classer valablement un lot dans un des groupes, c'est-à-dire pour qu'une estimée p diffère significativement de la valeur-jalon P, l'échantillon nécessaire doit avoir un effectif n tel que :

$$| p - P | \geqslant \quad 2\sigma = 2\sqrt{\frac{pq}{n}}$$

d'où

$$n \geqslant \frac{4p(1-p)}{(p-P)^2}.$$

Nous pouvons représenter la taille minimum de l'échantillon nécessaire en fonction du pourcentage du lot (fig. 1).

Lorsque les différences entre P et les estimées sont assez importantes, on voit que l'échantillon nécessaire peut être fixé à un maximum.

Comme les moyennes des populations françaises étaient nettement différentes, en tenant compte d'une variation probable des estimées autour de ces moyennes, il a été possible de fixer un plafond à la taille de l'échantillon.

Si l'estimée tombe en dehors de cet intervalle de variation prévu, en se rapprochant de la valeur jalon P, la décision prise perd une grande partie de sa signification.

Le contrôle des nouvelles variétés de luzerne (variétés synthétiques) a été fixé sur d'autres bases : chaque variété (et en principe chaque géné-

ration de cette variété) est caractérisée par un pourcentage moyen autour duquel est permise une certaine variation, ceci revient à les contrôler par la double inégalité.

$$p'' < p < p'$$

Les inconvénients statistiques liés à un échantillon de taille constante sont toujours présents ; c'est la raison qui nous a amenés à rechercher un

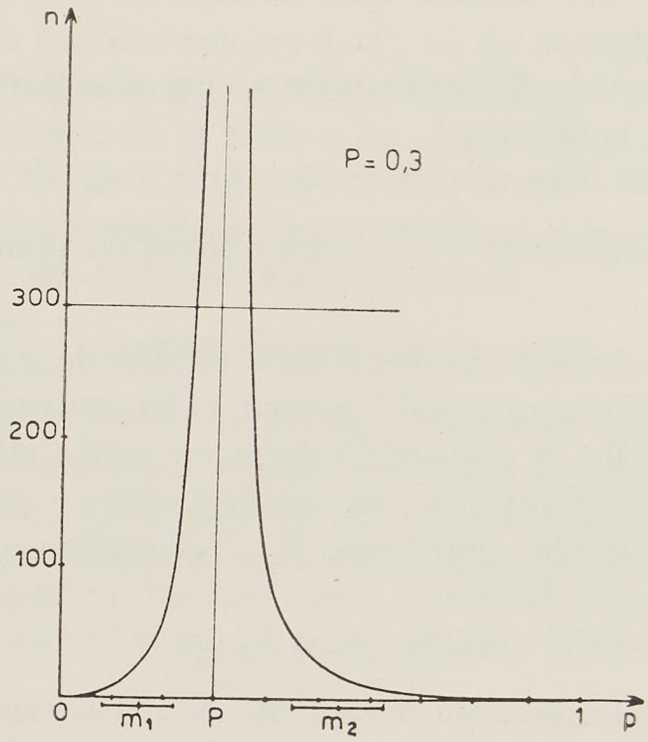


Fig. 1.

type de contrôle où la précision soit fixée à l'avance, l'effectif de l'échantillon devenant la variable aléatoire.

II. — L'ANALYSE SÉQUENTIELLE

A. — Définition.

L'analyse séquentielle a été mise au point à l'Université de Columbia en vue de contrôler des qualités de fabrication.

Il s'agit d'une méthode d'échantillonnage qui se propose le but suivant : éliminer les lots présentant une proportion d'objets défectueux supérieure à la limite de qualité imposée ; elle permet cette décision avec un risque d'erreur fixé aussi petit que l'on veut, à l'aide de l'échantillon le plus petit possible, d'où son intérêt économique. Si la qualité minimum est spécifiée par une seule valeur p, c'est-à-dire si les qualifications « bons » ou « mauvais » sont séparées par un intervalle nul (ce qui n'a aucune signi-

fication dans la pratique) il faut exiger de l'échantillonnage une précision infinie dans le voisinage de p (voir figure 1).

Il est nécessaire (et logique) de donner aux décisions « bons » ou « mauvais » un sens conventionnel en les séparant par un intervalle fini : en dessous d'une fréquence p_1 d'objets défectueux, le lot sera acceptable ; mais sa qualité sera inadmissible s'il en présente une proportion supérieure à p_2. On choisira p_1 et p_2 de telle façon que, pour des lots de qualité intermédiaire, une décision dans un sens ou dans l'autre, n'ait pas une grande importance.

Plus grande sera la différence entre p_1 et p_2, moins grand sera l'échantillon nécessaire à la décision.

Supposons que dans un certain lot, après tirage de n objets, nous en ayons trouvé r défectueux : $\frac{r}{n}$ est une estimée du pourcentage d'objets défectueux.

Soit P_1, la probabilité d'obtenir cette estimée dans un lot où le pourcentage réel est inférieur ou égal à p_1 donc « bon » suivant les conventions précédentes. Soit P_2, la probabilité d'obtenir cette estimée dans un lot où le pourcentage est supérieur ou égal à p_2, donc « mauvais ».

Lorsque P_2 est plus grand que P_1, l'échantillon a plus de chances d'être tiré d'un mauvais lot que d'un bon, mais le lot ne pourra être éliminé avec une sécurité absolue que si P_2 est infiniment supérieur à P_1 ; dans la pratique il suffira que le rapport $\frac{P_2}{P_1} = L$, dépasse une certaine valeur A ($A > 1$) d'autant plus élevée qu'on voudra une sécurité plus grande.

De même, lorsque ce rapport L, qu'on peut appeler vraisemblance du refus, deviendra inférieur à une valeur B ($B < 1$), on pourra accepter le lot. Ces deux valeurs A et B, seuils de décision de la vraisemblance dépendent des risques d'erreur qu'on accepte de prendre, ces risques d'erreur sont de deux sortes : soit α le risque de refuser un bon lot ; soit β le risque d'accepter un mauvais lot.

Accepter ces risques et n'accepter que ceux-là signifie que, pour être refusé, un lot doit simultanément :

— avoir une probabilité d'être bon $P_1 \leqslant \alpha$,

— avoir une probabilité d'être mauvais $P_2 \geqslant 1-\beta$.

Ceci signifie que :

$$L = \frac{P_2}{P_1} \geqslant \frac{1-\beta}{\alpha}.$$

C'est précisément la définition de A, on peut donc prendre comme seuil de refus pour la vraisemblance :

$$A = \frac{\alpha}{1-\beta}.$$

De même, pour être accepté, un lot devra simultanément :
— avoir une probabilité d'être bon $P_1 \geqslant 1-\alpha$,
— avoir une probabilité d'être mauvais $P_2 \leqslant \beta$.

Donc : $$L = \frac{P_2}{P_1} \leqslant \frac{\beta}{1-\alpha}.$$

On prendra comme seuil d'acceptation :

$$B = \frac{1-\alpha}{\beta}.$$

Remarquons que des valeurs de P_1 ou de P_2 basées sur 1 ou 1 000 observations ont exactement la même signification, la vraisemblance L est donc indépendante de la taille n de l'échantillon, n est une variable aléatoire.

Ayant tiré L des résultats d'un échantillon, nous nous trouvons toujours devant une des trois situations suivantes :

$L > A$ refuser
$L < B$ accepter } avec les risques d'erreur α et β.
$B < L < A$ compléter l'échantillon et ainsi de suite.

On démontre que la probabilité de prendre une décision est égale à 1.

La valeur de L caractéristique d'un échantillon dépend de p_1, p_2, r et n, c'est ainsi que dans le cas où la distribution est binomiale, on prendra pour calculer P_1 et P_2 :

$$P_1 = p_1^r(1-p_1)^{n-r}$$
$$P_2 = p_2^r(1-p_2)^{n-r}$$

Si nous passons aux logarithmes, nous pouvons écrire :

$$\text{Log } L = \log \frac{P_2}{P_1} = r \log \frac{p_2}{p_1} + \left(n-r\right) \log \frac{1-p_2}{1-p_1}.$$

Cette expression est cumulative, chaque nouvelle observation modifie la valeur de log L en ajoutant la constante $\log \frac{p_2}{p_1}$ si l'objet tiré est défectueux, ou la constante $\log \frac{1-p_2}{1-p_1}$ si l'objet est bon jusqu'à ce qu'on arrive à :

$$\text{Log } L \geqslant \text{Log } A \quad \text{refus}$$
$$\text{Log } L \leqslant \text{Log } B \quad \text{acceptation.}$$

Nous pouvons tirer de ces deux expressions, directement en fonction de n, les deux valeurs limites de r, d_1 et d_2, permettant la décision.

On obtient deux équations linéaires :

$$d_1 = -h_1 + sn$$
$$d_2 = +h_2 + sn$$

h_1, h_2 et s étant des fonctions de p_1, p_2, α et β.

En portant en coordonnées rectangulaires r en fonction de n, les équations précédentes représentent deux droites parallèles, dites « droites

de décision » et en pointant successivement les valeurs *cumulées* de r en fonction de n, nous voyons se dessiner une lignée brisée qui, tôt ou tard, atteint une des droites de décision (fig. 2).

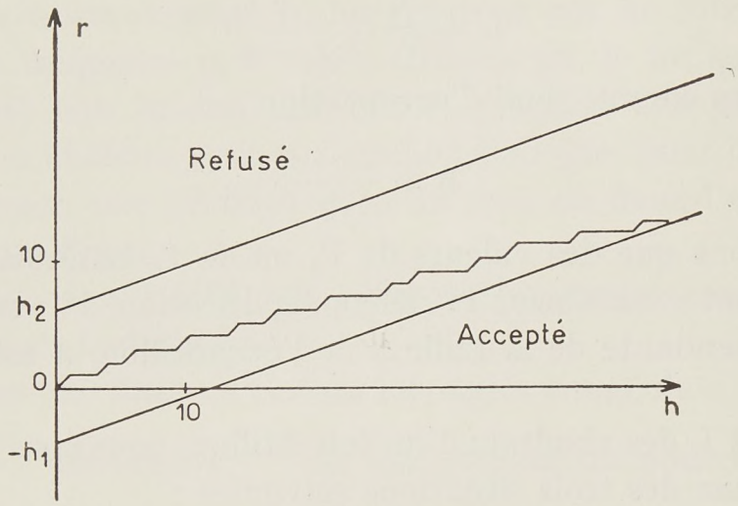


FIG. 2.

B. — Précision et coût.

Ayant choisi p_1, p_2, α et β il est intéressant de connaître la probabilité L_p qu'a un lot d'être accepté en fonction de son pourcentage réel d'objets défectueux.

L'expression mathématique de L_p, assez complexe, n'est pas donnée ici, dans la plupart des cas, il suffit d'en connaître les 5 points remarquables suivants (fig. 3) :

$$L_0 = 1$$
$$L_{p_1} = 1 - \alpha$$
$$L_s = \frac{h_2}{h_1 + h_2}$$
$$L_{p_2} = \beta$$
$$L_1 = 0.$$

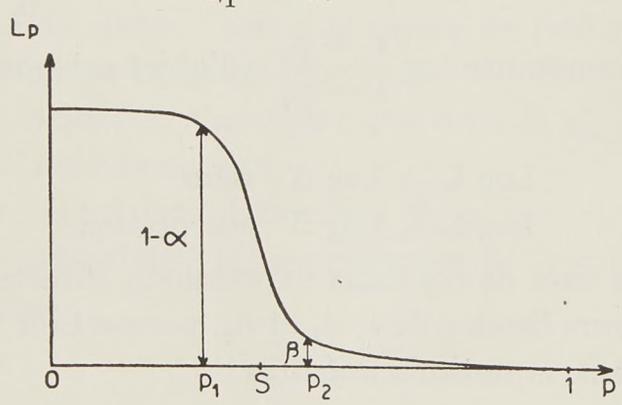


FIG. 3.

Il apparaît clairement sur cette figure que les bons lots, où le pourcentage est inférieur à p_1 ont une grande probabilité d'être acceptés, aussi grande que l'on veut, il suffit de fixer α en conséquence.

De même, les mauvais lots seront refusés avec toute la sécurité définie par β.

Par contre, les lots intermédiaires, à pourcentage compris entre p_1 et p_2 ont des chances plus ou moins grandes d'être acceptés, ainsi on acceptera à peu près la moitié des lots ayant un pourcentage de $\frac{p_1 + p_2}{2}$.

Une autre courbe intéressante est celle qui donne l'effectif moyen $\bar{n}_p$ de l'échantillon nécessaire pour prendre une décision en fonction du pourcentage réel du lot.

Son équation est également complexe, mais comme dans le cas précédent, il existe 5 points remarquables (fig. 4) :

$$\bar{n}_0 = \frac{h_1}{s}$$

$$\bar{n}_{p_1} = \frac{(1 - \alpha)h_1 - \alpha h_2}{s - p_1}$$

$$\bar{n}_s = \frac{h_1 h_2}{s(1 - s)} = \bar{n}_0 \bar{n}_1$$

$$\bar{n}_{p_2} = \frac{(1 - \beta)h_2 - \beta h_1}{p_2 - s}$$

$$\bar{n}_1 = \frac{h_2}{1 - s}.$$

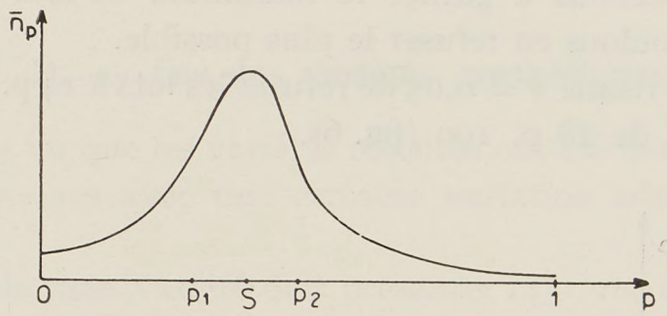


FIG. 4.

Comme il était vraisemblable de s'y attendre, il existe un maximum dans la zone des lots douteux, alors que les lots nettement bons ou nettement mauvais ne demandent qu'un échantillon beaucoup plus limité.

Une diminution de α, β ou $p_2 - p_1$ entraîne une augmentation générale de $\bar{n}_p$.

III. — APPLICATION AU CONTROLE DES VARIÉTÉS-POPULATIONS

A. — Cas des populations naturelles.

Un échantillonnage séquentiel (convenant parfaitement au contrôle de pureté spécifique des semences) peut s'appliquer presque intégralement au schéma de contrôle des populations naturelles de luzerne où on

n'a fixé qu'une limite supérieure ou inférieure de fréquence à un caractère, il suffit de remplacer le mot objet défectueux par plante à fleur bigarrée ou à racine typiquement pivotante.

Il est souvent très utile de tracer la courbe L_p théorique qui se déduit d'une norme. Soit par exemple à éliminer des lots dont le pourcentage de fleurs bigarrées dépasse 15 p. 100 (fig. 5).

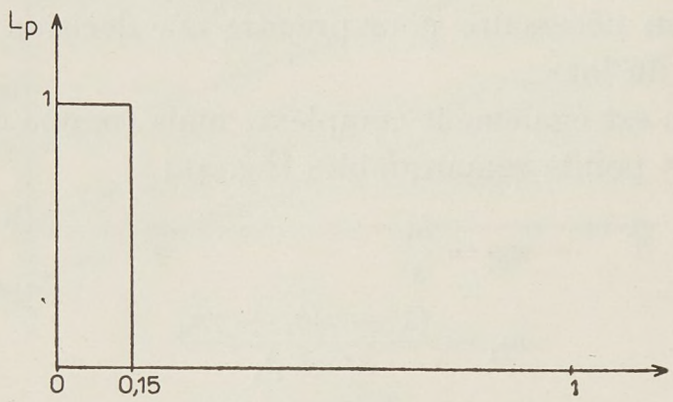


FIG. 5.

Cette courbe est évidemment incompatible avec un échantillonnage raisonnable. Réduisons nos exigences en convenant qu'entre 14 et 18 p. 100 le sens de la décision soit indifférent, mais que, au-dessous de 14 p. 100, nous tenons à garder le maximum de lots et au-dessus de 18 p. 100, nous voulons en refuser le plus possible.

Acceptons le risque $\alpha = 0{,}05$ de refuser les lots à 14 p. 100 et $\beta = 0{,}05$ d'accepter un lot de 18 p. 100 (fig. 6).

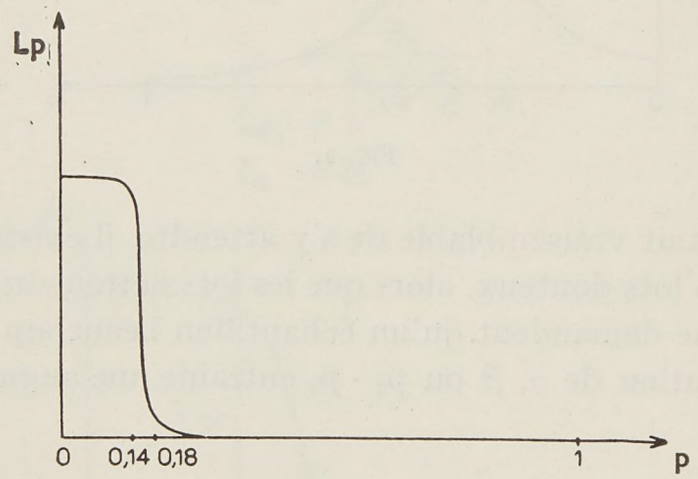


FIG. 6.

On obtient alors les deux droites et la courbe $\bar{n}_p$ suivante (traits pleins) (fig. 7 et 8).

Une réduction des risques à $\alpha = \beta = 0{,}01$ nous donne les courbes en traits pointillés ; cette exigence nouvelle augmente notablement le nombre d'observations nécessaires, surtout dans la zone limite 0,14 - 0,18.

Il est toujours possible de tronquer un tel test, on peut convenir, par exemple, que le contrôleur limitera son échantillon à un maximum

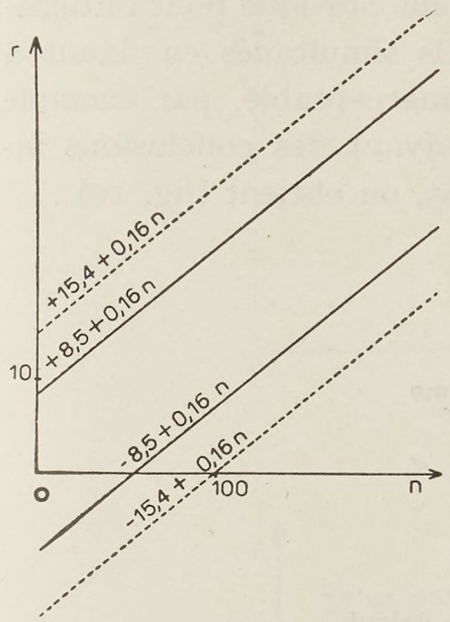


Fig. 7.

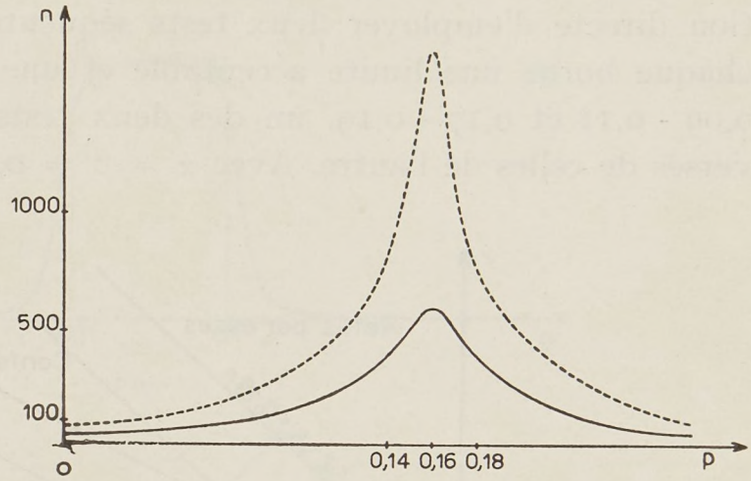


Fig. 8.

(p_1 et p_2 étant fixés en conséquence) et si aucune décision n'est prise alors, prononcera une conformité limite prévenant l'obtenteur des risques de déviation possibles dans les générations suivantes, s'il s'agit de semences à multiplier.

B. — Cas des variétés synthétiques.

Nous avons vu que les variétés récentes ont été caractérisées par des fréquences moyennes avec une certaine variation admise autour de la moyenne.

Par exemple, une variété doit présenter 14 p. 100 de fleurs bigarrées, la variation admise étant fixée, arbitrairement à 3 p. 100 en plus ou en moins.

Traçons la courbe théorique L_p (fig. 9) :

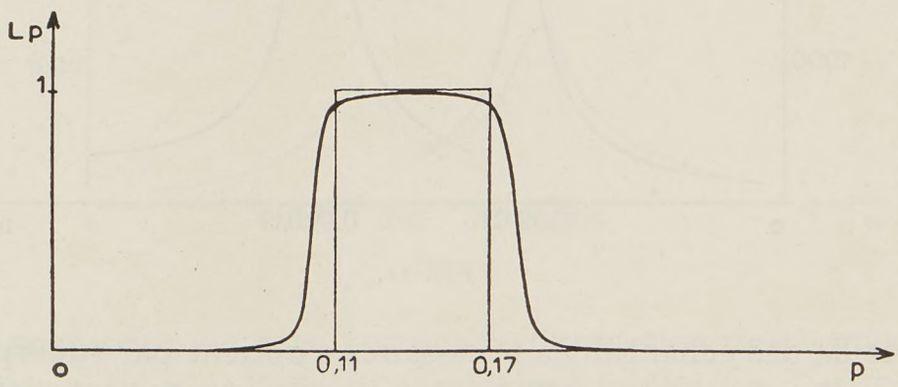


Fig. 9.

Il semble possible de ramener ce problème au précédent en disant que l'écart Δ_p à 0,14 doit rester inférieur à 0,03, mais on perd alors

l'avantage de représenter directement l'échantillonnage sur un graphique.

Il est à peu près équivalent et beaucoup plus pratique pour l'utilisation directe d'employer deux tests séquentiels simultanés en fixant à chaque borne une limite acceptable et une inacceptable, par exemple 0,09 - 0,11 et 0,17 - 0,19, un des deux tests ayant des conclusions inverses de celles de l'autre. Avec $\alpha = \beta = 0{,}05$, on obtient (fig. 10) :

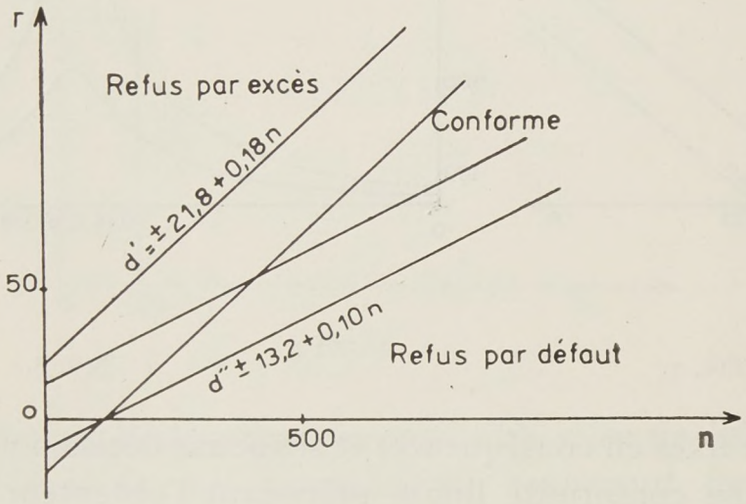


FIG. 10.

Couper une des deux droites extérieures est une condition de refus suffisante, par contre, pour décider de la conformité, il faut que l'on coupe les deux droites d'acceptation (fig. 11).

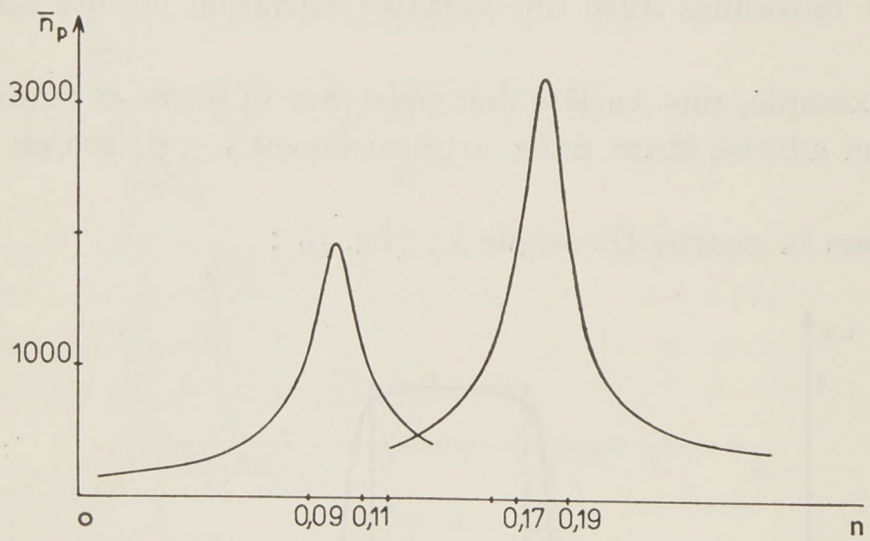


FIG. 11.

La taille des échantillons nécessaires s'obtient par superposition des courbes $\bar{n}_p$ des deux tests utilisés, dans l'exemple choisi, les effectifs sont importants, prohibitifs pour un contrôle courant. Nous pouvons réduire nos exigences en choisissant de nouvelles limites plus lâches, soit 9-12 et 16-19 p. 100, ceci signifie qu'un lot présentant 11 p. 100 de fleurs bigar-

rées qui avait auparavant une probabilité de 0,95 d'être accepté n'en a plus que 0,80. Avec $\alpha = \beta = 0{,}05$, on obtient (fig. 12, 13, 14) :

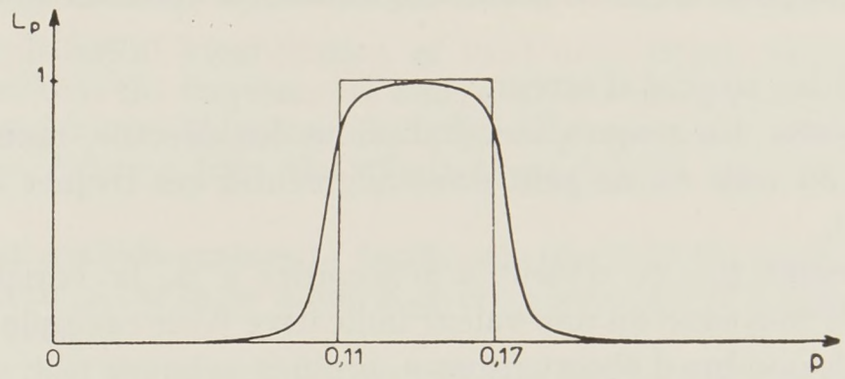


FIG. 12.

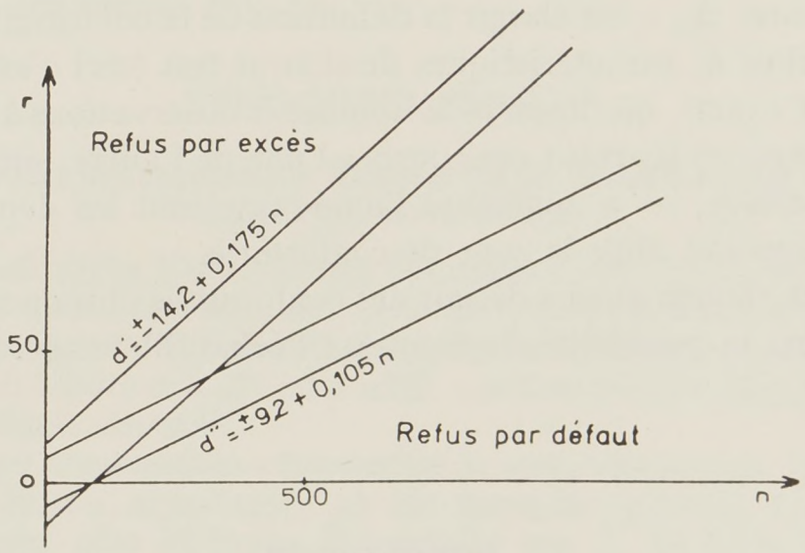


FIG. 13.

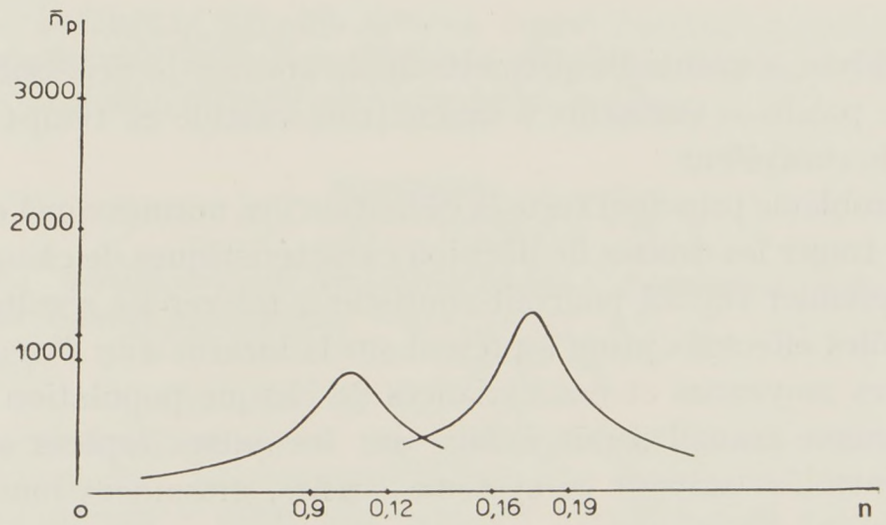


FIG. 14.

Une concession de 1 p. 100 sur la fluctuation des bornes a suffi à abaisser très nettement l'effectif nécessaire à la décision. Cette concession est-elle légitime? Seule l'expérience peut le dire.

Cette méthode est très souple et permet un grand nombre de combinaisons suivant le but recherché.

En effet, dans l'absolu, nous pouvons faire varier :

Δ_p la variation tolérée autour de la moyenne,

p_1 - p_2 la plus ou moins grande signification accordée à cette variation,

et α, β les risques d'erreur.

Augmenter les risques α et β diminue les effectifs, mais également la sécurité du test, on ne peut donc augmenter ces risques qu'avec circonspection.

Augmenter p_2 - p_1 revient à n'accorder à Δ_p la variation tolérée autour de la moyenne qu'une valeur indicative (voir exemple précédent). Il diminue le nombre d'observations $\bar{n}_p$ propres à chaque test, et les droites de décision de chaque test sont plus serrées.

Augmenter Δ_p, c'est élargir la définition de la conformité; sans changer les courbes $\bar{n}_p$ caractéristiques de chaque test (ceci n'est qu'approximativement exact), on diminue le nombre d'observations à faire pour les lots conformes, en écartant ces courbes l'une de l'autre, sur le graphique d'échantillonnage, on a augmenté l'angle que font les deux groupes de droites, élargissant ainsi la zone de conformité.

On peut aboutir ainsi à définir des conformités plus ou moins sévères, avec toujours la possibilité de tronquer l'échantillonnage.

CONCLUSION

L'analyse séquentielle permettrait de trouver le nécessaire compromis entre précision suffisante à un contrôle valable et temps dont peut disposer le contrôleur.

Le problème principal reste la définition des normes que l'on emploierait pour tracer les droites de décision caractéristiques de chaque variété.

Un premier travail pourrait consister à relever les résultats de tous les contrôles effectués jusqu'à présent sur la luzerne afin d'avoir une idée précise des moyennes et des variances de chaque population et variété.

Le même travail serait à faire sur les autres espèces susceptibles d'être contrôlées suivant ce système (trèfles, graminées fourragères).

Reçu pour publication le 25 janvier 1958.

SUMMARY

Sequential analysis : its possible application to Strain identification

The morphological identification of local or synthetic strains consists in making sure that the frequency of some characteristic phenotypes (for instance variegated flowers of lucerne) is statistically constant in the commercial lots and is not different from the standards established after the registered sample.

Sequential analysis enables to decide, whether with the smallest possible sample, a mixture of the types A and B gives a percentage of A higher or lower than a given value p.

Provided that the standards are well-adapted to this purpose, it may allow a morphological identification of the strains to be carried out in an easier, safer and more economical way.

ZUSAMMENFASSUNG

Möglichkeit die Sequentielle Analysis für die Identifizierung der Populationen zu verwerten.

Die morphologische Kontrolle der natürlichen oder synthetischen Populationen besteht darin, dass man sich versichert, dass die Häufigkeit characteristischer Phänotypen (z. B. bastardfarbige Blüten der Luzerne) in den Handelswaren statistisch konstant bleibt und nicht von den auf dem Referenz-Muster festgelegten Normen abweicht.

Mit Hilfe der sogenannten « Sequential Analysis » kann man, mit dem möglich kleinsten Muster, entscheiden ob ein Gemisch von zwei Typen A und B einen grösseren oder kleineren Prozentsatz von A, als einen bestimmten Wert p, enthält.

Unter der Bedingung, dass die Normen, dieser Auswendung gut angepasst sind, ist es möglich mit Hilfe dieser Methode, morphologische Kontrolle solcher Populationen einfacher, sicherer und billiger zu machen.

РЕЗЮМЕ

Возможности использования секвенциальнаго (серийнаго) анализа для контроля сортов-популяций.

Г. БАННЭРО.

Морфологический контроль сортов-популяций состоит в проверке того, что пропорция известных характерных фенотипов (например : многоцветных цветов у люцерны) остается статистически постоянной в комерческих поставках и не отличается от нормы установленной на заявленном образце.

Секвенциальный анализ позволяет, с возможно наименьшим образцом, решить, что смесь типов A и B представляет процент A высший или меньший, чем установленная величина P.

При условии, что нормы хорошо выбранны, для этого употребления, такой анализ может позволить морфологический контроль сортов-популяций, более простой, более уверенный и более экономический.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BUSTARRET (J.). — Variétés et variation. *Annales agronomiques*, 336-362, 1944.
CANAL (L.). — Processus de certification des semences de luzerne. *Conf. Europ. des Herbages O. E. C. E.*, 171-174, 1954.
MAYER (R.), VINCENT (A.) et ECOCHARD (R.). — Les populations françaises de luzerne. *Ann. Amél. des Plantes*, 210-255, 1951.
RIVES (M.). — L'analyse séquentielle. Conférence aux journées d'information de l'I. N. R. A., 1957.
Statistical Research Group, Columbia University : *Sequential analysis of statistical data : Applications*. S. R. G., Report 255, 1953.
WALD (A.). — *Sequential Aanlysis*, J. Wiley and Sons, 1947.

LE RICIN EN FRANCE MÉRIDIONALE

PAR

S. RAUTOU [1]

Station d'Amélioration des Plantes,
Centre de Recherches agronomiques du Midi,
École nationale d'Agriculture, Montpellier.

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

I. — Systématique.

II. — Utilisation.

III. — Principaux pays producteurs.

IV. — Exigences écologiques.
Exigences climatiques.
Exigences agrologiques.

V. — Parasites.

VI. — Croissance et développement de la plante.
Germination, levée.
Levée, apparition de la grappe primaire.
Reproduction.

VII. — Amélioration du ricin.
Objectifs d'amélioration.
Matériel de départ.
Améliorations visant à faciliter la récolte.
Amélioration du rendement en graine et en huile.

VIII. — Productivité des variétés.
Étude des facteurs du rendement en graine et en huile.
Essais comparatifs de rendement.

IX. — Culture du ricin..
Précédent cultural.
Préparation du sol et fumure.
Dates de semis et peuplements.
Soins d'entretien de la culture.
Récolte.
Aspect économique.

X. — Conclusion.

Résumé.

Bibliographie.

[1] Avec la collaboration de J. COGNOT, agent technique principal à la Station.

INTRODUCTION

Parmi les cultures à destination industrielle, celle du Ricin offre à l'agriculteur des débouchés assurés.

D'après le Commandant A. Bienayme, Directeur des services techniques de l'Institut de Recherche des Huiles et Oléagineux, les besoins français, de l'ordre de 16 000 tonnes d'huile en 1956, sont couverts en presque totalité par des importations payables en devises étrangères. Depuis 1953, avec le développement des nouvelles utilisations du ricin, ces besoins augmentent régulièrement de 2 000 à 3 000 tonnes chaque année. On estime qu'ils atteindront 35 000 tonnes en 1961.

L'étude du Ricin a été entreprise à la Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier à partir de 1954. Nos connaissances sur les possibilités de cette culture, dans les régions méridionales, étant fragmentaires, nous avons rassemblé les données bibliographiques disponibles et procédé à des essais. Ces derniers avaient pour objectifs : l'étude du comportement d'une série de variétés de précocités différentes, la détermination de la limite de tardivité acceptable et des rendements accessibles.

I. — SYSTÉMATIQUE

Le Ricin, *Ricinus Communis* (L), appartient à la famille des Euphorbiacées. C'est une espèce très polymorphe. La fécondation croisée, de règle chez cette plante, et la diversité des conditions de milieu où elle peut se développer ont abouti à la formation de nombreux écotypes plus ou moins hétérogènes. Ces derniers ont été classés en races ou en populations d'après le format de la plante et les caractères des capsules et des graines (1) (27) (28).

II. — UTILISATION

La matière noble de la plante est l'huile extraite de l'albumen de la graine. La graine contient de 45 à 55 p. 100 d'huile, celle-ci presque entièrement formée par un triglycéride de l'acide ricinoléique.

L'huile de ricin, bien connue en pharmacie par ses propriétés purgatives, est surtout destinée à des usages industriels fort nombreux :

— lubréfiants pour moteurs à régime rapide, grâce : à sa viscosité, à son point de congélation atteignant — 18°C et à sa résistance à la chaleur ;

— liquides pour vérins hydrauliques et pour freins ;

— revêtements protecteurs, peintures, vernis, laques grâce à ses propriétés siccatives ;

— dans les industries textiles : filatures, teintureries et dans l'assouplissement des cuirs sous la forme d'huile sulfonée ;

— en parfumerie, comme base de parfums synthétiques ;

— dans la fabrication : de savons, de brillantines, d'encres d'imprimerie.

Plus récemment, par un processus chimique, on a dissocié en deux la molécule d'acide ricinoléique. Une partie, après transformation, donne un plastique comparable au nylon dénommé rilsan par la société ORGANICO détentrice des brevets de fabrication. Ce plastique constitue la matière première pour la production de fil en vue de la fabrication de textiles et d'objets moulés aux destinations multiples.

Le tourteau, toxique pour les animaux, peut être utilisé comme engrais. Après certains traitements, il pourrait servir à l'alimentation du bétail et représenter un apport de matière azotée.

La plante verte (tiges, feuilles) peut être broutée par les animaux sans que l'on note chez ces derniers des symptômes d'intoxication. En Chine les feuilles servent à l'élevage d'une larve sériciгène. Les tiges de ricin pourraient être utilisées pour la fabrication de papier d'emballage.

Les résidus d'une récolte : feuilles, tiges, coques, enfouis dans le sol constitueraient un apport appréciable d'humus et d'éléments fertilisants. D'après les auteurs américains, la composition des coques se rapprocherait de celle d'un fumier frais.

L'ingestion, par les humains et les animaux, d'amande de ricin, provoque des troubles graves pouvant entraîner la mort par : coagulation du sang dans les vaisseaux, apparition de lésions intestinales et congestion des poumons et du foie (5). Le principe actif contenu dans l'amande : la ricine, que certains rangent parmi les phytotoxines, est insoluble dans l'huile mais se retrouve dans le tourteau. On signale aussi des cas d'allergie, chez des personnes manipulant les graines. Ces accidents seraient dus à d'autres substances.

III. — PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS

La production mondiale, stabilisée depuis ces trois dernières années, est évaluée à 480 000 tonnes de graines par an, non compris l'important tonnage récolté par l'U. R. S. S. Le Brésil et l'Inde, les plus forts exportateurs mondiaux, sont les principaux producteurs avec respectivement 152 000 et 128 000 tonnes. Viennent ensuite l'Angola, l'Iran et le Mozambique. La production actuelle des U. S. A. est commercialement nulle. Mais, en vue de cultures éventuelles, des travaux importants d'amélioration, portant sur les variétés et les machines de récolte, sont entrepris dans les Stations de recherches des états de : Californie, Oklahoma, Texas et par certaines sociétés : Baker Oil et Pacific Oilseeds.

Les territoires de l'Union Française : Madagascar, Togo et A. O. F. auraient produit en 1956 près de 3 000 tonnes de graine. La même année, la récolte métropolitaine, localisée dans le Maine-et-Loire et le Languedoc, a été estimée de 500 à 1 200 tonnes d'huile.

IV. — EXIGENCES ÉCOLOGIQUES

Exigences climatiques.

1° Exigences thermiques.

Le Ricin est une plante vivace entre les 40° de latitude Nord et Sud, dans les situations peu élevées en altitude. D'après MIEGE, les températures critiques seraient — 2° au stade plantule et — 4° à — 5° pour la souche. CHOUARD note que les feuilles gèlent, peu en dessous de zéro. Ce dernier fait a été observé à Montpellier : les jeunes feuilles ont perdu leur turgescence dès que la température a atteint 0° à 2 m sous abri.

En France, le Ricin se comporte donc comme une plante annuelle qui présente des floraisons successives pouvant s'échelonner de la mi-juin aux premières gelées.

Le zéro de végétation se situerait entre 10° et 15° et l'optimum de croissance entre 20° et 30°. Des minima de 12° à 15° ralentissent la floraison, tandis que des températures supérieures à 40° provoquent la coulure des fleurs femelles surtout si la plante souffre d'un manque d'eau.

2° Besoins en eau.

D'après les expérimentateurs américains le Ricin ne peut pas être considéré comme une plante particulièrement résistante à la sécheresse. Des périodes de sécheresse prolongée, survenant pendant l'été, sont susceptibles de provoquer le jaunissement des feuilles inférieures puis leur chute, ce qui nuit à la maturation des graines.

Les besoins en eau seraient assez élevés, comparables à ceux du maïs. DOMINGO et CROOKS notent qu'aux U. S. A., les meilleurs rendements sont obtenus dans les régions où, du mois d'avril au mois de septembre, des chutes de pluie bien réparties fournissent de 375 à 500 mm d'eau. A Montpellier, avec une hauteur totale des précipitations de mai à octobre (220 à 480 mm) les rendements/ha en graines se sont élevés jusqu'à 20 quintaux.

Exigences agrologiques.

Le Ricin peut donner de bons rendements dans les terres calcaires comme dans les terres légèrement acides pourvu que la profondeur et la

perméabilité du sol soient suffisantes. Ce sont les limons se drainant bien et se réchauffant rapidement au printemps qui conviennent le mieux.

La présence de sel est donnée comme dangereuse par les auteurs américains. Par contre, la société ORGANICO assure que le Ricin se développe parfaitement en A. O. F. sur sols salés à 3 p. 1 000. De même au Maroc, les cultures sont parfois irriguées, sans accident, avec des eaux renfermant 1 g de sel par litre.

V. — PARASITES

Outre la pourriture grise due à *Sclerotinia Ricini* qui s'attaque aux inflorescences, une pourriture des racines, occasionnée par *Phymatotrichum omnivorum*, a été signalée.

Dans les régions à été humide, un autre parasite des capsules : *Alternaria Ricini* est susceptible de causer des dégâts. Nous avons observé des attaques d'*Alternaria Ricini* à Castelnaudary (Aude) et à Montpellier. Nous avons rencontré aux environs de Saint-Florent, en Corse, des plantes défoliées recouvertes d'une pourriture noire pouvant résulter des attaques de ce parasite.

Sous l'écorce de quelques plantes cultivées à Montpellier ont été trouvés des sclérotes de *Macrophomina Phaseoli*, champignon qui attaque de nombreuses cultures et qui cause en particulier la pourriture charbonneuse du maïs, maladie fréquente dans le Languedoc et le Lauragais. Enfin dans le bassin méditerranéen on signale une rouille : *Melampsorella Ricini* qui fait tomber les feuilles.

En ce qui concerne les parasites animaux, CHOUARD mentionne des dégâts occasionnés par les tétranyques.

VI. — CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT DE LA PLANTE

Les observations qui vont suivre ont été faites, ces quatre dernières années à Montpellier, sur des variétés cultivées pour la production de graines. Les Ricins occupaient le terrain de mai à fin novembre, jusqu'aux premières gelées.

Germination. Levée.

La semence de Ricin mise en terre absorbe de l'eau et germe. L'albument, constitué par les amandes,en grossissant fait éclater les téguments. La radicelle apparaît, puis la gemmule s'allonge pour former un hypocotyle qui pousse vers la surface du sol les restes de la semence. Après la levée, les deux cotylédons se libèrent des téguments qui les maintenaient l'un près de l'autre. Ils s'écartent laissant apparaître le bourgeon terminal, puis grossissent tout en verdissant pour atteindre leur taille définitive.

Les exigences thermiques du Ricin, nécessaires à la germination, paraissent plus élevées que celles du maïs. En 1954, des maïs et des ricins semés le même jour dans la même parcelle ont levé respectivement le 14 mai et du 21 mai au 28 mai. L'année suivante la levée a été notée le 18 juin pour des sorghos et du 23 au 25 juin pour des ricins placés dans les mêmes conditions.

Dans les mouillères, où le réchauffement est lent, la germination est retardée. A ces emplacements on constate aussi des nécroses sur les cotylédons et sur le bourgeon terminal pouvant amener une fonte des semis. Le retard dans le développement et la réduction de vigueur restent visibles tout au long de la végétation.

Levée. Apparition de la grappe primaire.

La tigelle se développe pour former la tige terminée par une hampe florale dite hampe primaire. Les entrenœuds apparaissent, s'allongent puis leur croissance cesse dès que se déclenche la floraison. Seule la hampe florale continue à se développer pour atteindre sa taille définitive en fin de floraison femelle. La croissance de la plante, lente de la levée à l'apparition de la grappe, s'accélère rapidement pour s'arrêter en fin de floraison. En quelques jours la taille du Ricin peut doubler.

La durée de la période comprise entre le semis et le début de la floraison femelle de la hampe primaire varie selon les variétés. Sa valeur sert à classer les variétés en groupes de maturité équivalente. Sous le climat de Montpellier, les variétés dites précoces ont un rythme de développement comparable à celui de *Baker 1* et d'*Anjou*. Nous considérons comme variétés 1/2 précoces celles dont la précocité est comparable à *Blackwell*. Les variétés comme *Conner* qui mûrissent avec justesse la hampe primaire, sont classées dans le groupe de maturité tardive.

Tableau I

Période semis-début floraison femelle (grappe primaire), Montpellier.

Variété	Groupe de maturité	Durée en jours			Somme des températures journalières		
		1954	1955	1957	1954	1955	1957
Semis.....		5 mai	11 juin	14 mai	5 mai	11 juin	14 mai
Baker 1	précoce	51	34	—	306	330	—
Blackwell.....	1/2 précoce	58	42	—	370	434	—
Conner.....	tardif	77	55	80	536	620	630

Le tableau I indique la durée en jours de cette période semis-début floraison femelle de la hampe primaire et la somme des températures journalières correspondante. Celle-ci a été obtenue en totalisant les tempéra-

tures moyennes journalières supérieures à la température à partir de laquelle la plante est susceptible de croître. Cette température limite, évaluée par les Américains à 10° pour le Maïs a été fixée arbitrairement par nous à 12° pour le Ricin.

Les résultats de 1956 ne figurent pas dans ce tableau, la levée s'étant faite en plusieurs fois.

La somme des températures moyennes journalières, exigée du semis à la levée, est comprise entre 75 et 90°. On remarque que les variétés tardives demandent plus de chaleur que les variétés précoces pour arriver au début de la floraison.

Le nombre d'entrenœuds croît avec la tardivité de la variété. Il est de 5-6 pour *Baker 1*, de 6-7 pour *Blackwell*, de 10-12 pour *Conner*.

Reproduction.

1° Ramification de la plante.

La ramification de la tige principale commence au cours de la floraison de la hampe primaire. Les bourgeons placés à l'aisselle des feuilles supérieures de la tige se développent en une ramification très condensée dont chaque feuille est protégée par une bractée insérée au nœud inférieur (schéma A). Cette bractée tombe peu de temps après le dégagement de la feuille qu'elle enveloppait.

Ces ramifications dites primaires se terminent par une hampe florale secondaire. Plus tard, les bourgeons axillaires des jeunes feuilles des ramifications primaires forment de nouvelles branches dites secondaires qui portent à leur extrémité une hampe florale d'ordre tertiaire. La ramification de la plante peut ainsi, sauf sécheresse grave, se poursuivre, pour les variétés précoces, jusqu'aux premières gelées. Le schéma B, représentant la plante de la figure 1, montre les différents étages de grappes. On aperçoit les restes des inflorescences d'ordre 4 qui ont avorté.

Lorsque les conditions de milieu sont favorables, la croissance des ramifications devient rapide dès que toutes les feuilles sont apparues. Les ramifications qui prennent le plus de développement sont celles issues des bourgeons axillaires des dernières feuilles dégagées. Parfois elles peuvent être très réduites et n'être représentées que par une hampe florale.

L'aspect d'une plante adulte résulte en définitive du nombre d'étages qu'elle comporte et du nombre de ramifications de chaque étage.

Le nombre d'étages, et par suite l'échelonnement des floraisons et des récoltes, est sous la dépendance du rythme de développement de la variété. A Montpellier, les variétés précoces, telle que *Baker 1*, émettent

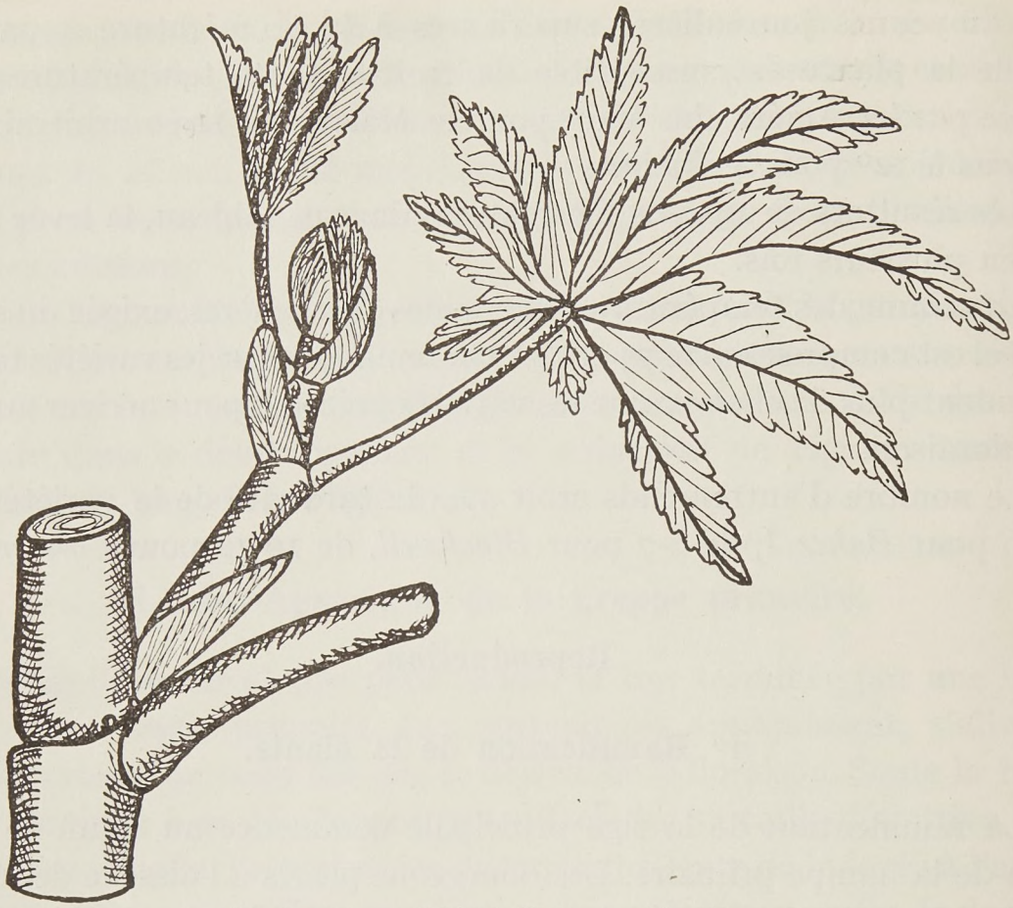


Schéma A — Départ d'une ramification.

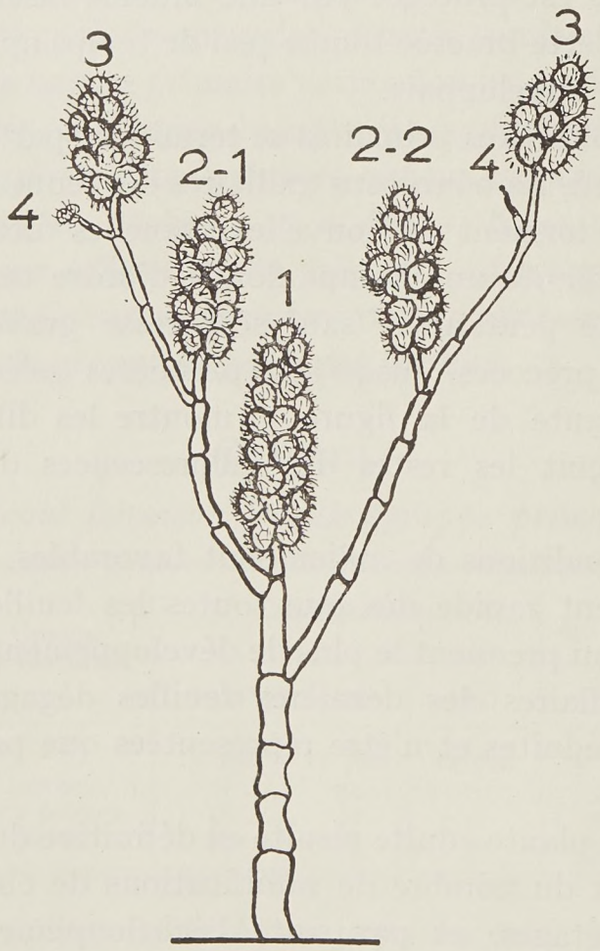


Schéma B — Ordre d'apparition des différentes hampes florales. 1 : Hampe primaire. — 2 : Hampes secondaires, 2-1 la première visible. — 3 : Hampes tertiaires. — 4 : Hampes quaternaires (avortées).

des ramifications primaires et secondaires portant des grappes qui parviennent à maturité alors que les variétés tardives comme *Conner* donnent rarement des ramifications primaires fructifères (tableau II).

TABLEAU II

Nombre moyen de grappes parvenant à maturité.

Variété	Ordre de l'étage	Peuplement à l'hectare			
		31 250	25 000		
		1954	1954	1955 (1)	1957 (1)
Baker 1	1	1	1	1	—
	2	1,9	2,0	2,8	—
	3	1,1	2,35	—	—
	Total	4,0	5,35	3,8	—
Blackwell	1	1	1	1	—
	2	1,6	2,1	2,55	—
	3	0,25	0,7	—	—
	Total	2,85	3,8	3,55	—
Conner	1	1	1	1	1
	2	—	—	1,1 (1)	0,4 (1)
	Total	1	1	1	1

(1) Grappes vertes

L'importance de la ramification d'un étage varie avec les conditions de nutrition de la plante, en particulier avec les disponibilités en eau. C'est ainsi que les précipitations estivales de 1955 ont permis une ramification plus intense que celles des autres années moins humides. Comme le montre le tableau II, les basses températures de l'automne 1955 n'ont pas mené à maturité les grappes tertiaires de *Baker 1*.

Le peuplement agit aussi sur la ramification (tableau II). L'émission de branches est réduite lorsque la densité des plantes augmente. Ce sont les ramifications d'ordre supérieur qui paraissent les plus touchées par cette réduction.

2° Les organes végétatifs.

Les Ricins précoces ont un aspect arborescent. Leur hampe florale primaire, cachée dans la végétation, est insérée plus bas que les autres grappes alors qu'elle domine l'ensemble de la plante chez les variétés tardives (fig. 1 et 2).

La plante est fixée au sol par une forte racine pivotante. L'*hypocotyle* a une coloration variable : verte avec base anthocyanée (*Baker 1, Nebraska 145-4, Cimarron*), entièrement rosée (*Anjou*), ou brun rougeâtre chez les Ricins sanguins (*Conner, Oued Beth, M*). La *tige* est soit verte, plus ou

FIG. 1. — Ramification chez une variété précoce.

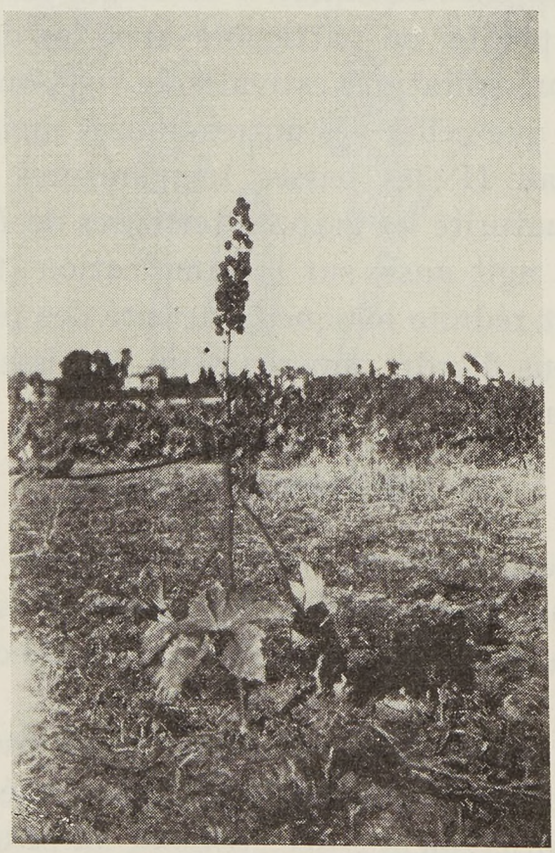


FIG. 2. — Ramification chez une variété tardive.

moins rosée, soit entièrement pigmentée et brun-rougeâtre chez les Ricins sanguins. Les hybrides : *Conner hybrid, MC*, résultant du croisement entre Ricins sanguins et variétés à tige verte, présentent des F1 à tige pigmentée. La tige est creuse et se lignifie avec l'âge.

A part les 2 *feuilles* cotylédonnaires oblongues, les autres feuilles sont palmées et plurilobées. Les cotylédons et les deux premières feuilles sont opposés, les suivantes alternent. Les entrenœuds les plus longs portent les feuilles les plus développées. On observe souvent des glandes disposées sur la face supérieure des pétioles, au point de jonction des nervures et à l'emplacement des nœuds.

Chez certaines variétés, comme Cimarron, les organes végétatifs et les capsules sont recouverts de pruine.

3° Les organes de reproduction et leur évolution

a) *Les inflorescences*

Les fleurs femelles sont groupées en cymes, c'est-à-dire en inflorescences définies, la fleur la plus âgée terminant l'axe principal. Ce dernier se ramifie de la même façon que les parties végétatives (voir schéma C). Les fleurs mâles sont également groupées en cymes (voir schéma E).

b) *Les fleurs*

La *fleur femelle* est constituée par un périanthe de 5 pièces surmonté d'un stigmate trifide coloré en rouge. La présence ou l'absence de piquants sur le périanthe peut être décelée dès qu'apparaît la hampe florale.

La *fleur mâle* comprend un périanthe, formé de 5 pièces, qui renferme une multitude d'étamines. Les filets des étamines partent d'un réceptacle. Ils se ramifient et chacune des ramifications ultimes se termine par une anthère.

c) *La sexualité*

Le Ricin est normalement monoïque. Les fleurs femelles, groupées en cymes, sont situées à la partie supérieure de la hampe florale tandis que les cymes mâles en occupent la base (fig. 3).

Tantôt la séparation des sexes est nette, tantôt les deux zones — mâles et femelles — s'interpénètrent plus ou moins. On rencontre de temps à autre des fleurs bisexuées à la limite. Chez certains Ricins comme : *US 415-9*, les fleurs femelles s'insèrent sur toute la longueur de l'axe, les fleurs mâles se répartissant entre elles (fig. 4).

L'importance relative des zones occupées par les deux sexes dépend de facteurs héréditaires dont l'action peut être contrariée par les conditions

de milieu. Nous n'avons pas observé de grappe entièrement unisexuée mâle. Par contre, chez *Nebraska 145-4*, près de 50 p. 100 des plantes sont unisexuées femelles (fig. 5).

d) *La floraison*

La protogynie est en général la règle. Le décalage, observé à Montpellier, entre les débuts des floraisons mâle et femelle est de 0 à 2 jours.

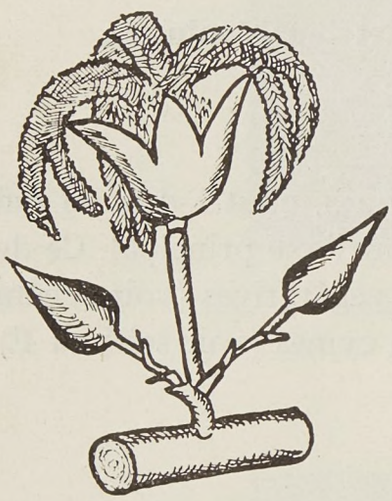


Schéma C — Cyme femelle.

Schéma D — Fleur femelle.

Schéma E — Cyme mâle.

Schéma F — Fleur mâle.

Schéma G — Etamine.

La marche de la floraison est basifuge pour les cymes femelles, basipède pour les inflorescences mâles. La pollinisation, anémophile, peut être aidée par les insectes. L'émission de pollen terminée, les cymes mâles se dessèchent et la hampe florale, chez le type normal, se présente dégarnie sur une partie importante de sa base. A Montpellier et sous les conditions climatiques de 1957, les floraisons d'une hampe normale d'ordre primaire se sont échelonnées sur 7 à 15 jours pour les fleurs femelles et 10 à 25 jours pour les fleurs mâles.

Fig. 3. — Hampe florale normale d'une plante monoïque.

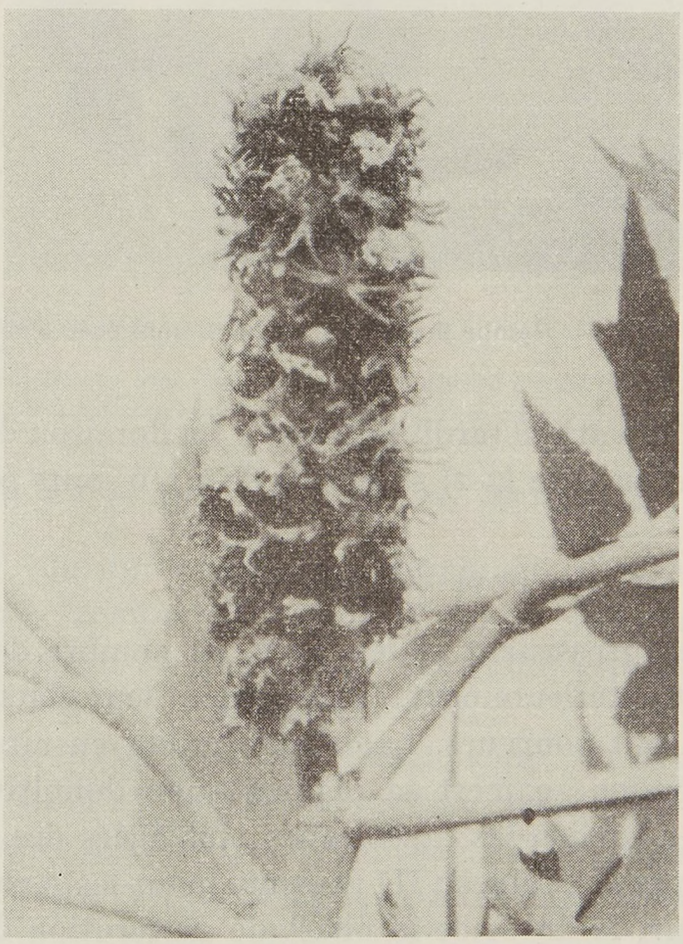


Fig. 4. — Cymes mâles réparties sur toute la longueur de la hampe florale.

Nous avons vu ci-dessus (tableau I) pour les groupes de maturité : précoce, 1/2 précoce et tardif, la durée en jours et les sommes des températures journalières de la période semis-début de la floraison femelle des hampes primaires. Entre la floraison de la hampe primaire et la floraison de celle d'ordre secondaire portée par la ramification supérieure (hampe 2-1) se sont écoulés en 1957 de 13 jours (pour *Nebraska 145-4*)

Fig. 5. — Hampe florale d'une plante unisexuée femelle.

à 23 jours (pour la variété tardive *Conner*). La floraison de la hampe inférieure d'ordre secondaire (2-2) se situait de 2 à 6 jours plus tard.

e) *La maturation*

Les capsules grossissent et les loges, au nombre de 3, rarement 4, s'individualisent extérieurement. Elles perdent leur glaucescence chez les variétés qui en sont pourvues. La capsule brunit ensuite et le tégument externe de la graine acquiert sa pigmentation définitive. La maturité intéresse en premier lieu les capsules les plus âgées des cymes placées à la base de la grappe. Le tableau III présente, pour les 3 variétés : *Baker 1*, *Blackwell*, *Conner*, la durée de la phase de maturation de la grappe primaire ainsi que la somme des températures journalières pour les années

1954, 1955 et 1957. Si le nombre de jours varie selon les précocités et selon les années, les sommes des températures journalières paraissent assez voisines.

TABLEAU III

Période début floraison femelle-maturité (grappe primaire).

Variété	Groupe de maturité	Durée en Jours			Somme des températures journalières		
		1954	1955	1957	1954	1955	1957
Semis		5 mai	11 Juin	14 mai	5 mai	11 juin	14 mai
Baker 1	Précoce	60	64	—	578	648	—
Blackwell	½ Précoce	68	59	—	629	566	—
Conner	Tardif	77	102	95	656	556	596

Les maturités des grappes secondaires et tertiaires des variétés précoces et 1/2 précoces se succèdent suivant l'ordre des floraisons (tableau IV).

TABLEAU IV

Durée des périodes semis floraison-semis maturité (grappes supérieures).

Variété	Groupe de maturité	Ordre de fructification	Semis-début floraison femelle (jours)		Semis-maturité (jours)	
			1954	1955	1954	1955
Semis			5 mai	11 juin	5 mai	11 juin
Baker 1	Precoce	2	58	45	121	108
		3	77	68	148	126
Blackwell	½ Précoce	2	62	51	144	114
		3	86	(1) 90	(2) 154	(3)

(1) Durée semis-pleine floraison femelle.
(2) Début maturité.
(3) Les grappes tertiaires ne sont pas parvenues à maturité (semis tardif).

f) *La grappe, les capsules, les graines.*

Les *grappes* (fig. 6) sont toutes terminales. Les cymes femelles, insérées sur l'axe, comprennent une à quatre capsules. La fertilité d'une cyme varie selon sa place sur l'axe. Elle est plus grande chez celles situées à la base de la hampe fructifère.

La forme d'une grappe peut être soit globoïde, soit ovoïde, soit encore conique chez les variétés tardives ne parvenant à mûrir que la grappe primaire. On observe des différences dans la compacité des grappes. Elles sont lâches chez *Anjou* et *Blackwell*, compactes chez *Cimarron*.

Le fruit est une *capsule* renfermant une graine par loge (fig. 7). Pour des raisons de mauvaise fécondation, de nutrition insuffisante ou

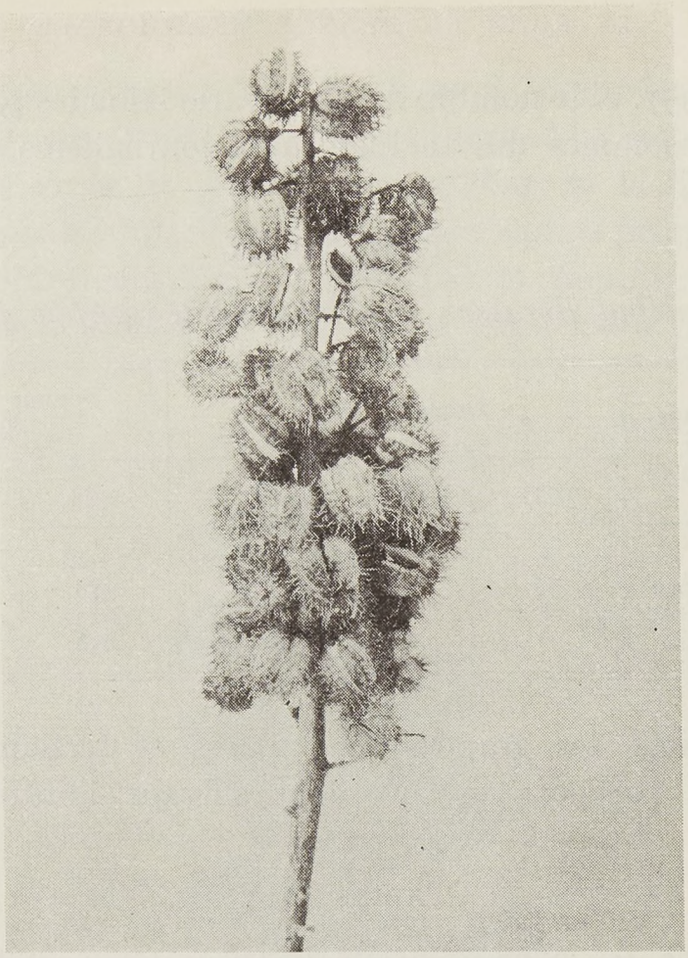


FIG. 6. — Grappe fructifère.

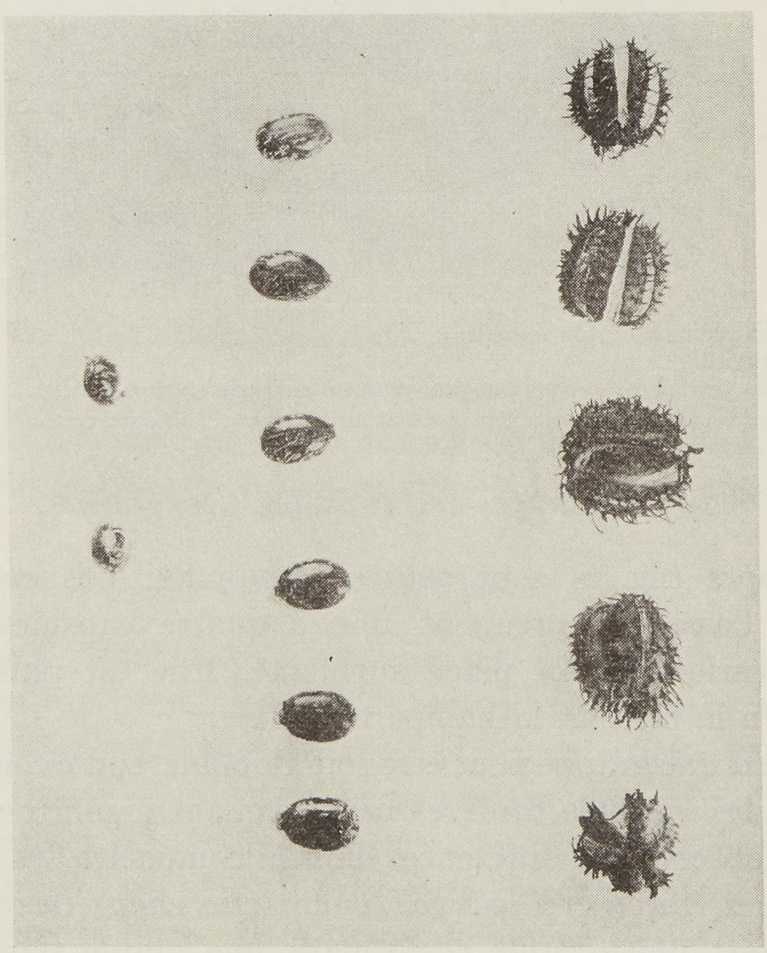


FIG. 7. — Capsules. — Graines.

d'attaques parasitaires : Alternaria, une ou toutes les loges de la capsule peuvent avorter.

Les capsules portent des épines (cas de la majorité des variétés étudiées) ou sont inermes comme *Anjou*.

Certaines variétés laissent tomber à maturité leurs graines sur le sol par une ouverture qui intéresse la partie de la loge opposée au point d'attache (schéma H). La chute prématurée des capsules peut réduire le rendement de façon sensible chez certaines variétés.

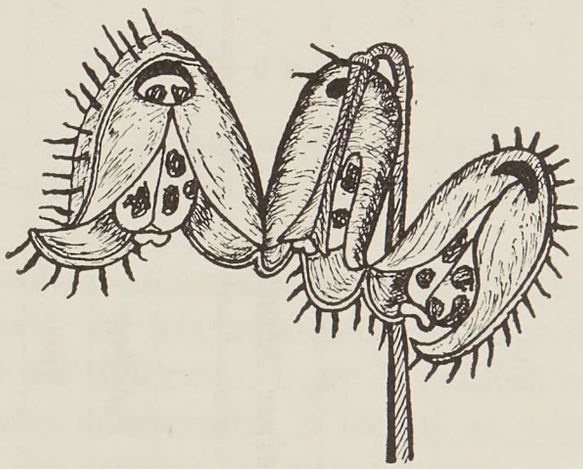


Schéma H. — Mode de déhiscence.

On a indiqué dans le tableau V les valeurs : pourcentage de coques, pourcentage de graines vides, poids de 1 000 graines, pour les variétés — *Baker 1*, *Blackwell* et *Conner* — témoins des 3 groupes de maturité. D'après de nombreuses déterminations faites à Montpellier, les coques représentaient de 30 à 40 p. 100 du poids des capsules, selon la siccité des parois carpellaires et le pourcentage d'avortement des loges. Au moment de ces déterminations, la teneur en eau des graines était comprise entre 6 et 8 p. 100.

La *graine* contient un albumen riche en huile. Sa forme est ellipsoïdale, légèrement aplatie. L'ornementation du tégument externe, formée de marbrures claires et foncées, permet de ranger les variétés étudiées dans deux catégories suivant que les marbrures claires sont colorées en gris (*Baker 1*, *Anjou*, *Blackwell*) ou en brun rosé (ricins sanguins : *Conner*, *Oued Beth* et *Cimarron*).

Le poids de 1 000 graines, des variétés observées à Montpellier en culture sèche, variait de 250 à 600 grammes. On remarque dans le tableau V une réduction de la grosseur des graines des grappes des étages supérieurs.

Les *teneurs en amande et en huile* de : *Baker 1*, *Blackwell* et *Conner* sont indiquées dans le tableau VI. Les différences de teneur en amande entre variétés, étages et années sont faibles, l'amande représentant entre 71 et 78 p. 100 du poids de la graine. Les déterminations ont été faites

TABLEAU V — *Analyse des capsules, Montpellier (peuplement : 25.000 pl^tes /ha).*

Variété	Ordre de fructification	Coques (%)			Graines vides (%) (1)			Poids de 1000 graines pleines		
		1954	1955	1956	1954	1955	1956	1954	1955	1956
Baker 1	1	30,8	30,2	—	2,1	15,7	—	284	269	—
	2	31,1	32,5	—	11,0	3,9	—	269	275	—
	3	32,2	—	—	9,6	—	—	248	—	—
Blackwell	1	30,9	29,5	31,6	3,0	8,2	4,1	294	341	340
	2	32,8	29,0	29,0	13,0	21,1	16,0	286	335	300
	3	32,4	—	—	18,7	—	—	274	—	—
Conner	1	37,7	34,0	34,3	6,1	6,9	3,4	568	546	530

(1) Pourcentage calculé par rapport au nombre total de graines.

TABLEAU VI — *Analyse des graines, Montpellier.*

Variété	Ordre de fructification	Amande (%)			Huile (%)					
					Amande			Graine		
		1954	1955	1956	1954	1955	1956	1954	1955	1956
Baker 1	1	75	74,5	—	66,1	64,4	—	49,6	48,0	—
	2	74,3	74,5	—	69,0	62,0	—	51,3	46,2	—
	3	74,1	—	—	69,1	—	—	51,2	—	—
Blackwell	1	75,9	77,8	77,2	67,1	65,3	67,3	50,9	50,8	52,0
	2	76,0	77,1	75,2	72,8	66,0	69,8	55,3	50,9	52,5
	3	75,7	—	—	68,9	—	—	52,2	—	—
Conner	1	76,8	76,4	75,0	73,3	70,5	72,6	56,3	53,8	54,5

sur des graines mûres et bien remplies, les graines légères : vides ou cédant sous la pression des doigts, ayant été éliminées. Les pourcentages de graines vides étaient particulièrement élevés chez *Anjou*, allant jusqu'à 35,7 p. 100 du nombre total de graines. Ce phénomène est surtout fréquent sur les graines des étages supérieurs de cette variété.

Les teneurs en huile variaient de 62 à 77,7 p. 100 du poids de l'amande et de 46,2 à 58,6 p. 100 du poids de la graine.

VII. — AMÉLIORATION DU RICIN

Objectifs d'amélioration.

La sélection du Ricin a pour objectif la recherche de variétés :

— ayant un rendement en graines élevé et une forte teneur des graines en huile ;

— faciles à récolter manuellement et mécaniquement.

Ce second objectif est très important du point de vue économique. En effet la maturité des différents étages de grappes est échelonnée. Avec les variétés à capsules déhiscentes, la récolte ne peut pas être retardée jusqu'à la maturité des grappes des étages supérieurs. Elle doit être obligatoirement effectuée en plusieurs fois si l'on veut éviter une réduction importante du rendement.

Matériel de départ.

Les types de ricins étudiés à Montpellier peuvent être classés, d'après leur mode d'obtention, en :

— *variétés* : *Baker 1*, *Baker 195*, *Blackwell*, *Cimarron*, *Conner*, *Oued Beth* et *Anjou* ;

— *hybride intervariétal* : *M6* ;

— *souches unisexuées femelles* : *Nebraska 145-4* et *M* ;

— *hybrides simples F1*, obtenus par croisement avec une souche unisexuée femelle : *Baker 195 hybrid*, *Cimarron hybrid*, *Nebraska 145-4* × *Conner*, *H-4*, *H-6*, *H7* et *MC*.

1° Variété.

Les variétés cultivées *Baker 1*, *Baker 195*, *Blackwell*, *Cimarron*, *Conner* seraient, d'après les Américains, des lignées obtenues par autofécondations dans des populations. Observées à Montpellier, elles sont loin de présenter l'homogénéité de la lignée. Dans de nombreuses variétés nous avons trouvé des pourcentages parfois importants de plantes aberrantes qui permettent de penser que l'on a affaire à des lignées insuffisam-

ment fixées par autofécondation ou encore que chacune d'elles provient d'un mélange de jeunes lignées, tirées de la même population, possédant certains caractères morphologiques et physiologiques communs.

2° Hybride intervariétal.

La variété *M6* a été obtenue par Dionigi à la Station de Rieti en 1934. Elle résulte du croisement de 2 variétés : *Comune Piccolo* et *Rosso Veronese* (11). L'hybride intervariétal est plus productif que *Rosso Veronese*, bien que plus précoce. Il est cultivé en Algérie où il donne des résultats satisfaisants. Ses performances, à Montpellier, seront données dans le chapitre suivant.

3° Hybride F1 obtenu à partir d'une souche unisexuée femelle.

Aux U. S. A., on s'oriente depuis peu vers la production de variétés F1 dont l'obtention a été facilitée par l'isolement de formes de ricin à hampes florales unisexuées femelles.

a) *Souches unisexuées femelles*

La souche Nebraska 145-4 est un ricin demi-précoce constitué de 50 p. 100 de plantes monoïques et de 50 p. 100 de plantes unisexuées femelles. Pour maintenir cette souche, il suffit, dans une parcelle isolée renfermant les plantes des 2 types, de récolter les semences sur les plantes unisexuées femelles repérées avant floraison. La reconnaissance des plantes des deux catégories est aisée.

Nous avons trouvé dans la descendance de ces semences 50 p. 100 de plantes de chaque type. Cela amène à penser que, pratiquement, le caractère « hampe unisexuée femelle » est sous la dépendance d'un gène récessif à l'état homozygote. Sur les plantes dioïques, nous avons décelé de rares cas d'apparition de cymes mâles à la base des hampes d'ordre supérieur. Bien souvent les fleurs mâles ne s'ouvraient pas.

La souche M a été sélectionnée, en Israël, par Oved Shifriss (37). Elle est donnée comme 100 p. 100 unisexuée femelle.

Pour être multipliée, *M* doit être cultivée en ricin vivace. Elle resterait unisexuée femelle pendant l'apparition des premiers étages puis des fleurs mâles apparaîtraient sur les hampes florales d'ordre supérieur.

La souche *M* a été observée à Montpellier en 1957 pour la première fois. C'est une variété tardive qui, d'après son apparence morphologique, peut être classée parmi les ricins sanguins. Elle est parvenue à mûrir sa grappe primaire avec difficulté et n'a pas porté d'autres hampes. Quelques fleurs mâles sont apparues entre les cymes femelles sur environ le quart des plantes.

b) *Production d'un hybride simple F1*

Une petite production de semences hybrides a été faite à Montpellier en 1956 en croisant *Nebraska 145-4* et *Conner*. Le semis avait été effectué à raison de trois rangs du parent femelle (*Nebraska 145-4*) pour 1 rang du mâle, la souche unisexuée femelle étant semée à une densité double de celle désirée.

Quelques jours après l'apparition de la hampe florale primaire de *Nebraska 145-4*, et avant floraison, les plantes portant des hampes du type normal ont été arrachées. Pendant toute la durée de la végétation on a surveillé s'il n'y avait pas d'apparition de fleurs mâles sur les hampes d'ordre supérieur des plantes conservées de *Nebraska 145-4*.

c) *Améliorations destinées à faciliter la production des semences hybrides*

Une telle production de semences présente les inconvénients suivants : nécessité de repérer et d'arracher les plantes monoïques. Aussi, les Américains ont-ils cherché un parent 100 p. 100 unisexué femelle.

Les premiers résultats ont été obtenus en croisant *Nebraska 145-4* avec la variété *US 415-9*. Cette dernière présente la particularité d'avoir des hampes florales fructifères sur toute leur longueur, les cymes mâles étant dispersées entre les cymes femelles (voir fig. 4).

Toutes les plantes de l'hybride simple ainsi produit sont entièrement unisexuées femelles. Malheureusement les « trois voies » résultant du croisement de cet hybride simple avec une variété pollinisatrice est plus hétérogène que le parent femelle. Cette hétérogénéité est indésirable du point de vue de la récolte mécanique, car elle se traduit par une maturité échelonnée et des disjonctions dans la vigueur des plantes. De plus, elle rend le décorticage des capsules difficile, les graines pouvant être brisées ou mal décortiquées.

Des recherches sont actuellement poursuivies aux U. S. A. pour obtenir une descendance plus homogène.

Améliorations visant à faciliter la récolte.

1° Recherche de variétés à capsule indéhiscente.

L'idéal serait la récolte en un seul passage. Ceci suppose que les capsules des premières grappes puissent attendre, sans perte, la maturité des derniers fruits susceptibles de mûrir.

Le comportement à l'égard du caractère : déhiscence ou indéhiscence, est variable selon les variétés. Parmi les variétés étudiées, sont indéhiscentes : *Baker 1*, *Blackwell* et *Cimarron*. Cette dernière est utilisée comme

géniteur d'indéhiscence. La déhiscence des variétés tardives : *Oued Beth*, *Conner* se manifeste rarement ici, la grappe primaire parvenant avec peine à maturité. Les hybrides actuels sont relativement sensibles à l'égrenage, en particulier *H-7*. Chez *Anjou*, la capsule est indéhiscente mais il y a égrenage par rupture du pédicelle de la capsule qui est très fragile.

2° Recherche de variétés naines.

La hauteur de la plante intervient dans la facilité de la récolte mécanique. Les variétés : *Baker 1*, *Cimarron*, *Baker 195 hybrid*, *Cimarron hybrid*, *H-6* bien que plus courtes que *Conner*, *Oued Beth* et *Blackwell* atteignent encore, sous certaines conditions, un développement exubérant qui gêne la récolte mécanique.

Des travaux d'amélioration sont poursuivis aux U. S. A. (41) pour faire passer le caractère « entrenœud court » sur les variétés cultivées. Ce caractère est peu influencé par la fertilité du sol et les disponibilités en eau offertes à la plante. Il est conditionné par un gène récessif qui se transmet indépendamment des autres caractères culturaux : nombre d'entrenœuds, indéhiscence des capsules, grappe unisexuée femelle.

Amélioration du rendement en graines et en huile.

Les essais de rendement effectués aux U. S. A., comme ceux de Montpellier, ont montré la supériorité des hybrides F1 sur les autres variétés cultivées quant au rendement en graines. Cette amélioration pourrait résulter de l'action d'un ou plusieurs des phénomènes suivants : hétérosis, transmission du caractère unisexué femelle, interaction rythme de développement × conditions climatiques. Dans le chapitre : *Productivité des variétés*, nous allons étudier l'influence de ces phénomènes sur les facteurs du rendement. Nous donnerons ensuite les résultats d'une série d'essais de variétés expérimentées pendant ces quatre dernières années à Montpellier.

VIII. — PRODUCTIVITÉ DES VARIÉTÉS

Étude des facteurs du rendement en graines et en huile.

1° Matériel et méthode.

Nous nous sommes proposés d'étudier, à Montpellier en 1957, l'influence de l'hétérosis et de la sexualité sur les facteurs du rendement en graines et en huile. Nous avons utilisé pour cela :

— des semences fournies gracieusement par la Société Organico [1]:

[1] Société ORGANICO, 23, avenue F.-D.-Roosevelt, Paris, VIIIe.

Cimarron hybrid : hybride F1, obtenu par le croisement de *Nebraska 145-4* et de *Cimarron* ;

MC : hybride F1 obtenu en croisant la souche *M* et *Cimarron* ; *Nebraska 145-4, souche M, Cimarron* ;

H-6 : hybride F1, 100 p. 100 unisexué femelle, productif à Montpellier en 1956 et qui serait, d'après D. DUMONT (1) très voisin de l'hybride résultant du croisement de *Nebraska 145-4* avec *US 415-9*.

— l'hybride F1 : *Nebraska 145-4* × *Conner*, obtenu à la Station et la variété *Conner*.

Nous avons observé les facteurs du rendement suivants :

— précocité et ramification qui conditionnent le nombre de grappes par plante ;

— pour chaque grappe d'un ordre déterminé : le nombre de graines et le poids de 1 000 graines.

L'essai a été disposé selon la méthode des blocs avec 4 répétitions, les variétés étant réparties au hasard. La parcelle utile comprenait 20 plantes semées à écartements 0,80 m × 0,50 m.

Le semis a eu lieu le 14 mai, la levée le 1er juin et la dernière récolte a été effectuée le 12 novembre. En cours de végétation nous avons noté le début de la floraison femelle et le sexe de chaque plante : monoïque ou unisexué femelle. Les grappes mûres ont été récoltées et analysées séparément. Avant de nettoyer le champ, on a compté les grappes portant des capsules vertes. Le Laboratoire de Chimie Agricole de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier a bien voulu déterminer la teneur en huile des graines provenant des grappes primaires, en utilisant la méthode de lixiviation avec comme solvant le trichloréthylène.

2° **Résultats.**

On a reporté dans le tableau VII les notations concernant divers caractères végétatifs ainsi que la durée en jours de la période levée-début floraison femelle pour les différents étages.

Il n'y a pas eu de pesée de l'appareil végétatif adulte. Cependant, au moment du démariage, effectué après le dégagement de la 4e feuille, on a pesé et compté les plantules arrachées avec leurs racines. L'examen des deux premières colonnes montre que ce stade est trop précoce pour déceler s'il y a eu hétérosis ou non. Les poids des plantules arrachées sont en effet en rapport avec la grosseur des semences mises en terre.

Au stade « plante adulte » les hybrides ne se distinguent pas par une vigueur particulière. Les valeurs des dernières colonnes du tableau VII relatives à la ramification et à la hauteur d'insertion des grappes le confirment.

(1) D. DUMONT, La culture du Ricin aux U. S. A. *Oléagineux*, n° 5, p. 273, mai 1957.

TABLEAU VII

Floraison et Caractères végétatifs

Variété	Poids de 1.000 semences (en g)	Poids de la plantule (en g)	Durée Levée-début floraison femelle (en jours) pour les grappes :			Nombre de ramifications fructifères (pour 100 plantes)			Hauteur d'insertion des grappes (cm)	
			Primaires	Secondaires (2-1)	Secondaires (2-2)	Primaires	Secondaires	Total	Primaires	Secondaires supérieures
Nebraska 145-4	338	6,0	43	56	62	203	53	256	30	45
Nebraska 145-4 × Conner	368	6,6	54	72	—	90	0	90	50	75
Conner	610	7,8	63	86	—	39	0	39	70	—
Nebraska 145-4	338	6,0	43	56	62	203	53	256	30	45
Nebraska 145-4 × Cimarron	308	5,2	47	62	64	211	47	258	35	60
Cimarron	308	5,1	59	75	80	215	9	224	50	70
M	368	6,0	69	88	—	8	0	8	70	—
M × Cimarron	376	6,5	63	80	—	50	6	56	60	—
Cimarron	308	5,1	59	75	80	215	9	224	50	70
H-6	318	6,0	52	69	74	103	16	119	40	60
Ppds (P = 0,05)	—	0,7	4	4	—	29	17	—	—	—

Tableau VIII

Facteurs du rendement en graines

Grappes = Nombre de grappes pour 100 plantes
Capsules = Nombre total de capsules (pleines et vides)

Nb = Nombre de graines pleines
P 1 000 graines = Poids de 1 000 graines pleines

Variété	Grappe primaire				Grappe 2-1				Grappe 2-2			
	Grappes	Capsules	Nb. graines	P. 1 000 graines	Grappes	Capsules	Nb. graines	P 1 000 graines	Grappes	Capsules	Nb. graines	P 1 000 graines
Nebraska 145-4	100	32	84	323	94	24	61	310	59	15	42	301
Nebraska 145-4 × Conner	100	45	119	442	53	18	49	396	0	0	0	0
Conner	100	38	105	513	0	0	0	0	0	0	0	0
Nebraska 145-4	100	32	84	323	94	24	61	310	59	15	42	301
Nebraska 145-4 × Cimarron	100	30	81	347	90	20	57	328	66	11	30	300
Cimarron	100	43	102	360	0	0	0	0	0	0	0	0
M	100	52	149	426	0	0	0	0	0	0	0	0
M × Cimarron	100	43	120	413	0	0	0	0	0	0	0	0
Cimarron	100	38	102	360	0	0	0	0	0	0	0	0
H-6	100	70	181	316	48	20	57	302	21	— (1)	0	—
Ppds (P = 0,05)	—	11	26	11	—	—	—	—	—	—	—	—

(1) grappes sèches.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
I. N. R. A.
Station d'Angers
BIBLIOTHÈQUE

La date de floraison des hybrides se situe entre celles des parents. Le nombre des ramifications fructifères des hybrides est intermédiaire par rapport à celui des parents. Nous constatons que les variétés précoces se ramifient davantage que les tardives.

Nous avons étudié, chez les hybrides et leurs parents, les variations des facteurs du rendement en graine : nombre de grappes par étage de floraison, nombre de capsules, nombre de graines ainsi que le poids de 1 000 graines. Les résultats sont notés dans le tableau VIII. Les valeurs relatives aux hybrides sont comprises entre celles observées chez les parents.

L'analyse des graines a été faite sur celles provenant de la grappe primaire. Les résultats sont consignés dans le tableau IX.

TABLEAU IX

Analyse des graines (grappes primaires).

	% amande	% d'huile	
		amande	graine
Nebraska 145-4	72,3	70,5	51,0
Nebraska 145-4 × Conner	72,6	72,7	52,8
Conner	74,0	73,9	54,7
Nebraska 145-4	72,3	70,5	51,0
Nebraska 145-4 × Cimarron	72,9	72,0	52,5
Cimarron	74,8	73,6	55,1
M	71,3	75,4	53,8
M × Cimarron	72,8	74,5	54,2
Cimarron	74,8	73,6	55,1
H-6	72,2	71,4	51,6
Ppds (P = 0,05)	1,0	1,8	—

Dans les 3 cas étudiés l'hétérosis n'a joué ni sur la vigueur ni sur le rendement en graines et en huile. Les effets n'ont pas été visibles, peut-être en raison du nombre très réduit d'hybrides étudiés. On note cependant une légère supériorité dans la fertilité en graines de *Nebraska 145-4 × Conner* sur celle de *Conner*, mais la différence n'est pas significative.

TABLEAU X

Hampes florales (p. 100)

	Normale ♂ ♀	Unisexuée femelle ♀		Normale ♂ ♀	Unisexuée femelle ♀
Nebraska 145-4	45	55	Nebraska 145-4 × Conner	91	9
M	26	74	Nebraska 145-4 × Cimarron	97	3
Conner	100	0	M × Cimarron	59	41
Cimarron	100	0	H-6	16	84

Les comptages reportés dans le tableau X ont été effectués dans les descendances parentales et dans les hybrides en distinguant les 2 catégories : hampe florale normale (♂) et hampe unisexuée femelle (♀).

Quelques précisions doivent être données au sujet des pourcentages relatifs à la catégorie : hampe normale. Toutes les plantes de la souche *M* au début de la floraison étaient unisexuées femelles, mais par la suite, des fleurs mâles sont apparues entre les fleurs femelles dans 26 p. 100 des cas. Un certain pourcentage de plantes similaires est compris dans les 59 p. 100 de l'hybride *M* × *Cimarron*, les plantes restantes étant porteuses de grappes bisexuées. En ce qui concerne *H-6*, celui-ci est 100 p. 100 unisexué femelle. Le pourcentage de plantes monoïques constaté proviendrait de l'intervention d'un Ricin servant de pollinisateur.

Nous avons déterminé l'influence du sexe sur certains facteurs du rendement en graines, en nous servant de la descendance de *Nebraska 145-4*. Les résultats de cette étude sont donnés dans le tableau XI. On constate une augmentation du rendement de 52 p. 100 en faveur de la grappe unisexuée femelle grâce à sa plus grande fertilité en graines.

TABLEAU XI

Influence de la sexualité sur les facteurs du rendement de la grappe primaire chez Nebraska 145-4

	Nombre de graines	Poids de 1000 graines	Rendement relatif en graines (poids)
Grappe bisexuée	62	339	100
Grappe unisexuée femelle	104	307	152
Ppds (P = 0,05)	10	20	—

3° Conclusions

Nous avons rassemblé dans le tableau XII les rendements en graines.

TABLEAU XII

Rendement en graines (q/ha).

	Grappe primaire	Grappe 2-1	Grappe 2-2	Total
Nebraska 145-4	6,78	4,73	3,16	14,67
Nebraska 145-4 × Conner	13,15	4,85	0	18,00
Conner	13,47	0	0	13,47
Nebraska 145-4	6,78	4,73	3,16	14,67
Nebraska 145-4 × Cimarron	7,03	4,67	2,25	13,95
Cimarron	9,18	0	0	9,18
M	15,86	0	0	15,86
M × Cimarron	12,39	0	0	12,39
Cimarron	9,18	0	0	9,18
H-6	14,30	4,30	0	18,60
Ppds (P = 0,05)	2,79	—	—	3,23

Les conditions climatiques, températures anormalement basses et sécheresse estivale, ont défavorisé les variétés tardives. La souche *M* légèrement plus tardive que Conner donne cependant un rendement relativement élevé car elle est pratiquement 100 p. 100 unisexuée femelle. L'hybride demi-précoce *H-6* est le plus productif en raison de la grande fertilité de ses grappes. Des 3 hybrides étudiés, seul *Nebraska 145-4* × *Conner* paraît donner un rendement en graines supérieur à celui du parent le plus productif. Cette supériorité résulte surtout de l'appoint fourni par la récolte des grappes secondaires.

Les résultats obtenus démontrent l'influence primordiale de la sexualité sur le rendement en graines. En année normale, un hybride unisexué femelle de la tardivité de *Conner* serait vraisemblablement plus productif que *H-6* et plus facile à récolter à la main. C'est pourquoi des croisements ont été entrepris à la Station en 1957 en vue de produire un hybride *Cimarron* × *Conner* entièrement unisexué femelle. Il faudra transférer d'une part le caractère unisexué femelle de *Nebraska 145-4* sur *Cimarron* et, d'autre part, le caractère « cymes mâles dispersées parmi les cymes femelles » de *US 415-9* sur *Conner*.

Essais comparatifs de rendement de variétés.

En vue de déterminer la capacité de production des Ricins annuels en culture sèche, des essais comparatifs de rendement ont été réalisés à Montpellier pendant quatre années, de 1954 à 1957, avec une série de variétés de précocité très variable.

Celles-ci comprenaient : des variétés, un hybride intervariétal *H6*, des hybrides F1 produits à partir de souches unisexuées femelles. Elles figurent au tableau XIII où elles sont classées approximativement par ordre de précocité décroissante.

Les essais ont été établis sur un sol argilo-calcaire, de fertilité moyenne donnant un rendement de 40 quintaux de maïs à l'hectare en culture sèche. On a donné à la culture du ricin les mêmes façons culturales et la même fumure qu'au maïs. Cette fumure comprenait à l'hectare : 50 à 60 Unités d'Azote, 50 à 90 d'Acide phosphorique et 60 à 100 de Potasse. Le peuplement à l'hectare a été de 25 000 plantes, les lignes espacées de 80 cm portant une plante tous les 50 cm. Les semis ont eu lieu après ceux du maïs, c'est-à-dire courant mai, sauf en 1955 où le semis a dû être retardé jusqu'au 11 juin à cause du froid et de la sécheresse. Le démariage a été effectué au stade 4 feuilles dégagées.

A l'exception de celui de 1954 qui était un simple comportement, les autres essais ont été disposés selon la méthode des blocs avec 4 répétitions. Chaque parcelle était encadrée d'une bordure qui n'a pas été récoltée, pour éviter la concurrence entre variétés de précocité trop différente.

TABLEAU XIII — *Rendement — Ricins annuels* (1) — *Montpellier*

Variété	Groupe de maturité	Nature de la variété (2)	Graine (q/ha)				Huile (kg/ha)		
			1954	1955	1956	1957	1954	1955	1956
Baker 1	Précoce	P	11,5	10,9	—	—	586	510	—
Anjou	—	P	9,8	—	—	—	487	—	—
Baker 195	—	P	—	12,0	—	—	—	565	—
Blackwell	½ précoce	P	14,5	14,6	14,9	—	777	740	781
Baker 195 Hybrid	—	HU	—	17,1	—	—	—	—	—
Nebraska 145-4	—	SU	—	—	17,7	14,7	—	—	909
Cimarron Hybrid	—	HU	—	17,7	19,2	14,0	—	947	981
H-7	—	HU	—	18,5	—	—	—	912	—
H-4	—	HU	—	17,2	—	—	—	843	—
H-6	—	HU	—	—	20,0	18,6	—	—	1010
M6	—	HV	—	—	17,4	—	—	—	887
Conner Hybrid	—	HU	—	—	—	18,0	—	—	—
Cimarron	Tardif	P	14,9	—	—	9,2	802	—	—
Conner	—	P	14,2	16,2	20,3	13,5	798	883	1106
MC	—	HU	—	—	—	12,4	—	—	—
Oued Beth	—	P	14,2	—	—	—	742	—	—
M	—	SU	—	—	—	15,9	—	—	—
Ppds (P = 0,05)	—	—	—	2,0	2,2	3,2	—	—	—

(1) Peuplement : 25 000 plantes à l'hectare.

(2) P : variété. — SU : souche unisexuée femelle. — HV : hybride intervariétal.. — HU : hybride Fl produit à partir d'une souche unisexuée femelle.

Les grappes d'un ordre furent récoltées à maturité en un seul passage. Les analyses d'huile ont été faites par le Laboratoire de Chimie Agricole de l'Ecole en utilisant la méthode de lixiviation avec comme solvant le trichloréthylène.

Les données météorologiques sont représentées graphiquement dans le tableau XIV. Les quatre années accusent un net déficit thermique de mai à octobre. L'été 1955 a été humide tandis que la pluviosité estivale des années 1954-1956-1957 se rapprochait de la normale.

Les rendements en graines et en huile reportés dans le tableau XIII permettent les remarques suivantes :

En culture soignée les rendements en graines oscillent de 10 à 20 quintaux à l'hectare ce qui correspond à une production approximative de 500 à 1 000 kg d'huile. Les variétés précoces sont moins productives que les tardives. Les hybrides demi-précoces donnent des rendements nettement supérieurs à ceux des populations. Seule *Conner*, grâce à sa tardivité, se maintient dans un bon rang. Elle offre l'avantage d'être récoltée en un seul passage alors que les hybrides étudiés, plus précoces, plus ramifiés, ont une maturation échelonnée. La récolte des hybrides ne peut être retardée longtemps après la maturité leurs capsules étant plus ou moins déhiscentes.

Les hybrides sont manifestement plus résistants à la verse que les autres variétés. Ils paraissent aussi moins touchés par l'*Alternaria Ricini*.

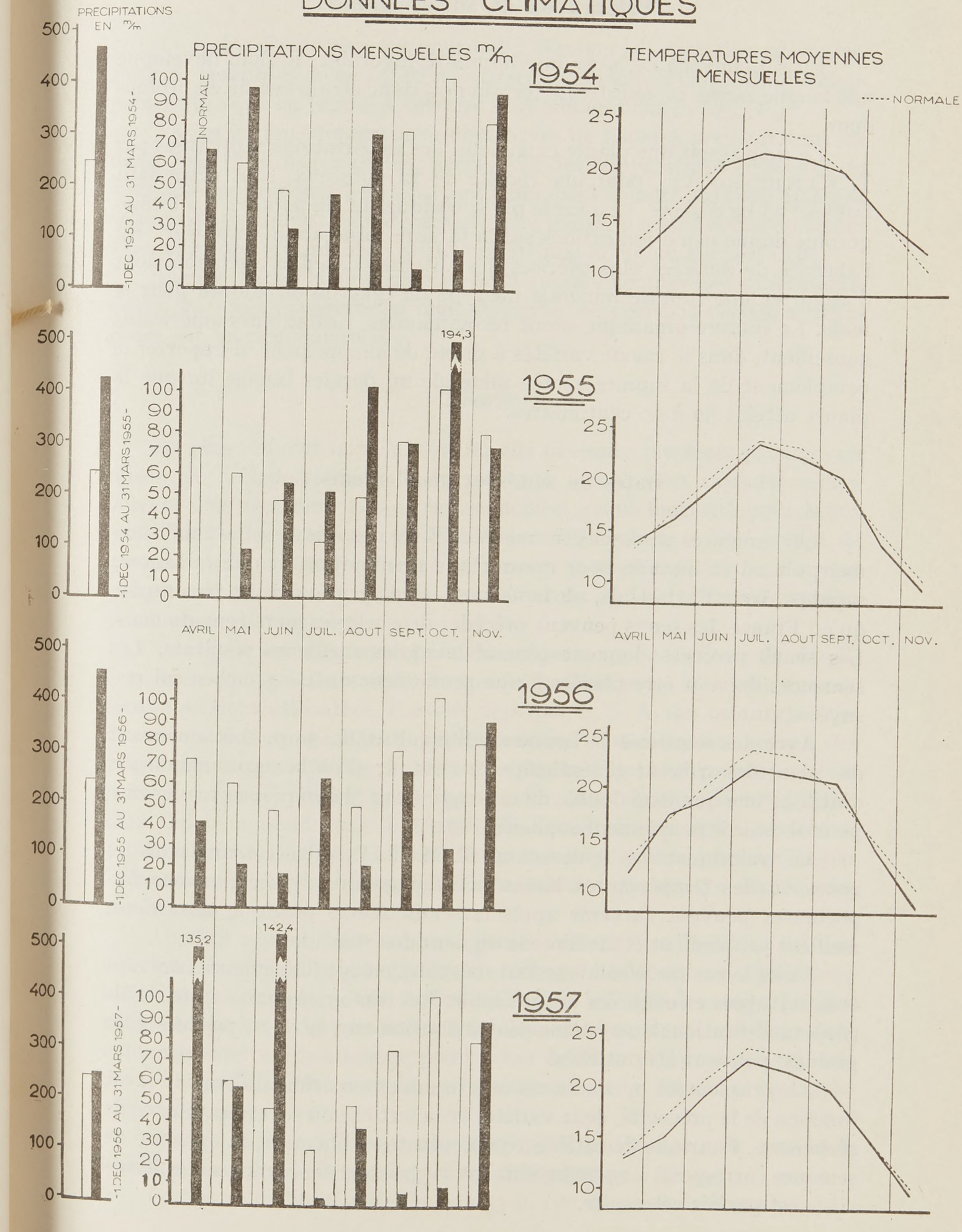
D'après ces résultats, les variétés productives qui méritent d'être suivies sont : *H-6* pour ses rendements élevés, *Conner* pour ses facilités de récolte manuelle. Un autre hybride tardif *MC*, mal classé mais expérimenté lors d'une année défavorable, demande à être essayé à nouveau. Il pourrait se révéler intéressant grâce aux nombreuses plantes unisexuées femelles qui le constituent.

IX. — CULTURE

Précédent cultural.

J. Adam (24) signale qu'en U. R. S. S. les meilleurs résultats sont obtenus après : arachide, orge, sesame ; les précédents les moins favorables étant le maïs et le tournesol. D. L. Van Horn (23) recommande de ne pas cultiver les variétés de ricin à développement végétatif exubérant après une légumineuse fourragère. En année anormalement humide, l'azote organique pousse trop à la croissance, ce qui complique la récolte. Dans les zones irriguées de Californie, le Ricin peut venir en 2e récolte après une culture d'hiver : céréale, lin ou une culture maraîchère.

DONNEES CLIMATIQUES



Préparation du sol et fumure.

En sol convenable, avec une humidité favorable, le ricin développe une longue racine pivotante. Le terrain doit donc être travaillé en profondeur.

Le ricin serait une plante exigeante. Les exportations rapportées par T. KATCHENKO (21), pour une récolte de 12 quintaux, sont cependant faibles : 38 kg d'azote, 14 d'acide phosphorique, 12 de potasse. La bibliographie donne peu d'indications sur la fumure minérale à employer . En l'absence de données plus précises, les auteurs conseillent généralement d'apporter une fumure minérale du type de celle qu'on adopte pour le maïs. La fumure organique serait recommandée. Les auteurs américains conseillent, dans le cas de variétés à grand développement, d'apporter le complément de la fumure azotée minérale au dernier binage lorsque la plante atteint 50 à 60 centimètres.

Dates de semis et peuplements.

Les semences peuvent être mises en terre dès que le sol est suffisamment chaud et humide pour assurer une germination et une croissance rapides. Aux Etats-Unis, où le réchauffement printanier est plus rapide qu'en France, les semis peuvent précéder de quelques jours ceux du maïs. Les semis précoces donnent généralement les meilleurs résultats. Les semences doivent être placées à une profondeur de 4 à 5 cm en sol ressuyé.

Avec des semences de bonne qualité culturale, 50 p. 100 seulement des plantules arrivent généralement à s'établir, d'où la recommandation d'utiliser une quantité double de celle qui serait théoriquement suffisante pour obtenir le peuplement souhaité.

Le traitement des semences au T. M. T. D. est nécessaire dans les zones où des températures basses accompagnées de précipitations importantes peuvent survenir après le semis. Cette pratique assure un meilleur peuplement et améliore la vigueur des plantules.

Dans le cas où le semis se fait mécaniquement les semences doivent être nettoyées et calibrées au préalable. Les semoirs à maïs, après de légères modifications du système de distribution en vue de ne pas briser les graines, peuvent être utilisés.

Le peuplement optimum est à déterminer expérimentalement. Il est fonction de la précocité, de la variété, de la fertilité du sol et des risques de sécheresse. Pour une densité de 20 000 plantes à l'hectare, la quantité de semence correspond à 15-20 kg suivant la grosseur des graines. Le démariage est parfois nécessaire.

Soins d'entretien de la culture.

Les soins d'entretien ont pour but d'éliminer la végétation adventice. Pour ce travail, la houe rotative est recommandée en début du développement lorsque les herbes à détruire sont peu enracinées (20) (23).

Les irrigations doivent être distribuées de façon à prévenir tout fanage. Aux U. S. A., en période sèche avec des températures élevées et du vent, elles se font tous les 7 à 10 jours, dès que la plante parvient au stade de croissance rapide. Une précaution est à prendre, il faut éviter de mener l'eau trop près des plantes, le ricin étant mal ancré au sol (20) (23).

Pour grouper la maturation, on a pensé effectuer des pincements. Cette pratique, exigeante en main-d'œuvre, ne s'est pas révélée avantageuse sur les ricins annuels.

Récolte.

Le plus souvent faite à la main, elle nécessite plusieurs passages en raison de l'échelonnement de la maturité . Seules les capsules sèches doivent être récoltées. Les capsules cueillies avant maturité pourrissent facilement et s'égrènent très difficilement. Un adulte exercé, muni de gants, détachant les capsules et les déposant dans un sac maintenu ouvert par une armature , est capable de récolter de 250 à 450 kg de capsules par journée de travail.

La récolte est donc une opération coûteuse qu'on s'efforce de simplifier. Avec des variétés naines, à capsules indéhiscentes, des machines de récolte seraient utilisables. Il existe déjà aux U. S. A. des prototypes qui donnent satisfaction (38). Les capsules mûres sont détachées grâce à des doigts qui, frappant la tige, ébranlent la plante. Elles sont ensuite cueillies par des brosses et transportées par un élévateur dans la décortiqueuse. L'emploi de moissonneuses-batteuses classiques, plus ou moins modifiées, est délicat en raison tout d'abord des pertes importantes provoquées par la barre de coupe et en second lieu, du bris des graines qui déprécie les récoltes du point de vue commercial.

Aussitôt après la récolte, les capsules doivent être étendues sur une aire ou sur un plancher pour parfaire le séchage. Le décorticage, qui sépare la graine de la coque, se fait aisément lorsque les capsules sont parfaitement sèches avec des machines spéciales, simples, dont les pièces travaillantes sont en caoutchouc pour éviter de briser les graines (31). Ces machines peuvent être montées sur une remorque ou fixées sur les appareils de récolte.

Les rendements peuvent atteindre 15 à 20 quintaux de graines à l'hectare en culture sèche, davantage à l'irrigation.

La teneur en huile varie de 45 à 53 p. 100 du poids de la graine.

Aspect économique de la culture du Ricin en France métropolitaine.

La culture du Ricin annuel est comparable à celle du Maïs quant aux exigences relatives à la nature du sol, à sa préparation, au semis et aux soins d'entretien de la plantation. A défaut de renseignements plus précis, la même fumure peut être adoptée. La culture du Ricin peut être mécanisée en utilisant les instruments adaptés à celle du maïs, à l'exception cependant de la récolte . Celle-ci est très exigeante en main-d'œuvre et très coûteuse lorsqu'il s'agit de variétés précoces ou demi-précoces. L'emploi des variétés tardives, récoltables en un seul passage, permettrait de réduire notablement les besoins de main-d'œuvre et le coût de la récolte ; mais, une installation de séchage des capsules devrait, en ce cas, être prévue.

Le rendement de *Conner*, variété productive essayée pendant 4 années à Montpellier, s'est élevé en moyenne à 16 q 5 de graines à l'hectare sur des terres qui produisent normalement 40 q de maïs-grain. Il ne semble pas qu'on puisse espérer obtenir beaucoup plus avec les variétés de ricin actuellement disponibles et ce, d'autant plus que notre expérimentation a porté sur 4 années à été relativement humide. Nous n'avons pas eu l'occasion d'observer le comportement du Ricin en période estivale très sèche telle qu'on en connaît souvent dans notre région méditerranéenne.

Le prix des graines rendues à l'usine « Organico » de Marseille s'était stabilisé aux environs de 45 à 55 Fr le kg lors des années 1954, 55 et 56. A partir de 1957, une hausse importante a été enregistrée, le prix du kg de graines de ricin atteignant 70 à 75 Fr. Il convient de soustraire de ce prix les frais de transport, de sacherie et d'égrenage, de sorte qu'on arrive à un prix à la production de l'ordre de 60 à 65 Fr le kg.

Même avec cette amélioration du prix unitaire du produit, la recette brute à l'hectare de la culture de Ricin s'établit approximativement entre 100 et 110 000 Fr contre 144 000 pour celle du maïs cultivé dans les mêmes conditions. Etant donné que les possibilités d'augmentation du revenu de la culture soit par réduction du prix de revient, soit par accroissement du rendement paraissent assez limitées, l'avenir de la production du ricin en France métropolitaine nous paraît lié principalement au prix de la graine payé au producteur. Est-il permis d'envisager une aide économique de la part des pouvoirs publics ?.

X. — CONCLUSIONS

En France, même dans les régions méridionales, le Ricin est une plante annuelle. Sa végétation débute au mois de mai et se poursuit jusqu'aux premières gelées. Les conditions climatiques permettent, dans

le Midi, la maturation de 2 ou 3 étages de grappes chez les variétés précoces : *Anjou, Baker 1.* Chez les variétés tardives : *Conner, MC,* elles n'assurent que la maturité de la grappe primaire. Les sols profonds de la région languedocienne conviennent parfaitement à la croissance du Ricin. Les dégâts dus à des parasites sont pour le moment négligeables. La culture, sauf en ce qui concerne la récolte, est comparable à celle du Maïs.

La sélection du Ricin a pour objectif la recherche de variétés : naines, à capsules indéhiscentes, faciles à récolter, productives et à graines d'une haute teneur en huile.

Aux U. S. A. on s'oriente vers l'utilisation de variétés hybrides F1 dont la production se trouve facilitée par l'isolement de souches unisexuées femelles.

L'expérimentation, entreprise à Montpellier pendant quatre années, a porté sur des variétés connues, un hybride intervariétal et sur des hybrides F1. *Conner* mise à part, les hybrides F1 se sont révélés manifestement plus productifs que les variétés cultivées. Cela résulte surtout d'une meilleure fertilité en graines des grappes. En outre, les hybrides sont plus résistants à la verse des tiges mais paraissent sensibles à l'égrenage. Dans la région languedocienne, les meilleurs rendements ont été obtenus avec l'hybride *H-6* et la variété *Conner.* Des travaux d'amélioration sont en cours à la Station de Montpellier pour produire un hybride unisexué femelle de la tardivité de *Cimarron-Conner,* dont on peut espérer un rendement quelque peu supérieur à celui de *H-6* avec des conditions de récolte plus économiques.

RÉSUMÉ

Les besoins français en graines de Ricin sont en constante augmentation en raison des utilisations nouvelles de cette denrée.

Après avoir traité : des exigences écologiques, de la croissance, du développement de la plante et de son amélioration, l'auteur rend compte des résultats de l'expérimentation poursuivie à Montpellier pendant quatre années sur une série de variétés annuelles de précocités différentes. Ces expériences montrent qu'il est possible d'obtenir un rendement moyen en graines de 15 quintaux à l'hectare en utilisant la variété tardive *Conner* ou l'hybride F1 demi-précoce *H-6.*

L'auteur décrit ensuite les techniques culturales et, envisageant en dernier lieu l'aspect économique de la production du Ricin, conclut en disant que son avenir en France métropolitaine est subordonné principalement à une augmentation du prix de la graine.

Reçu pour publication le 10 *avril* 1958.

SUMMARY

The Castor-bean plant in the South of France

The french demand for castor-bean seed is constantly increasing, because of the new utilizations of this produce.

After dealing with ecological requirements, growth, development and breeding of the plant, the author gives the results from the experimentation carried out in Montpellier, over 4 years, on a series of annual varieties having different precocities. These experiments show that it is possible to obtain an average yield of seeds of 15 quintals-ha, when using the late variety *Conner* or the semi-late F_1 hybrid *H-6*.

The author goes on to describe the cultural techniques, and, considering finally the economic aspect of castor-bean production, writes in conclusion, that its future in France depends chiefly on an increase in the price of the seed.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Rizinus in Südfrankreich

Der französische Bedarf an Rizinus-Samen wächst, auf Grund neuer Verwendungsmöglichkeiten dieses Futters, ständig an.

Nachdem der Verfasser dieses Atikels die ecologischen Ansprüche, die der Kreuzung, der Pflanzenentwicklung und ihrer Veredelung behandelt hatte, erstattet er Bericht über die Ergebnisse der Versuche in Montpellier, die er, 4 Jahre lang mit einer Serie von Jahresvarietäten mit verschiedener Frühreife, unternommen hatte. Diese Untersuchungen zeigen, dass man einen durchschnittlichen Ertrag von 15 Ztr. pro Ha. erhalten kann, wenn man die spätreife Varietät *Conner* oder den Hybriden F_1, Halbfrühreifen *H-6* nimmt.

Der Verfasser beschreibt im folgenden die Anbauverfahren und schliesst mit der Behauptung, während er zuletzt die wirt chaftliche Seite der Produktion ins Auge fasst, dass die Zukunft des Rizinus im französischen Mutterland hauptsächlich von einer Preissteigerung des Samens abhängig ist.

РЕЗЮМЕ

Клещевина на Юге Франции.

С. РОТУ.

Французская потребность в зернах клещевины постоянно увеличивается, в зависимости от новых употреблений этого продукта.

После изучения : экологических требований, роста, развития растения и его мелиорации, автор дает отчет об опытах проводимых в Монпелье в течении четырех лет с однолетними сортами разной скороспелости. Эти опыты показывают возможность получения средняго урожая зерна в 15 центнеров с гектара, употребляя поздний сорт «Conner» или его гибрид первой генерации, полу-ранний H-6.

Автор описывает культурную технику и разсматривает, в конце, экономику продукции клещевины и заключает, говоря, что ея будущее в метропольной Франции обусловленно, главным образом, повышением цен зерна.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Trochain (J.). — Le Ricin. *Rev. Bot. Appl. et Agric. Colon.*, X, 299-308, 385-392, 578-589, 671-675, 738-748, 1930.

(2) Le Ricin. *Revue Internat. des Produits coloniaux*, septembre, 1930.

(3) Eberhardt (Ph.). — *Le Ricin*, Soc. d'Édit. Géogr. Marit. Colon., 1931.

(4) Miege (Em.). — Les cultures complémentaires au Maroc : le Ricin. Centre de Recherches Agronomiques au Maroc, 1938.

(5) Perrot (Em.). *Matières premières usuelles du règne végétal.* Tome II, 1200-1210, 1943-1944.

(6) Weibel (R. O.). — Effect of seed treatment on Castor beans. *J. Amer. Soc. Agron.*, **36**, 953-954, 1944.

(7) Domingo (W. E.). — Amount of natural outcrossing in castor oil plant. *J. Amer. Soc. Agron.*, **36**, 360-361, 1944.

(8) Domingo (W. E.) and Crooks (D. M.). — Investigations with the castor bean plant. I. Adaptation and variety tests. *J. Amer. Soc. Agron.*, **37**, 750-762, 1945.

(9) Domingo (W. E.) and Crooks (D. M.). — Investigations with the castor bean plant. II. Rate of planting and date of planting tests. *J. Amer. Soc. Agron.*, **37**, 812-820, 1945.

(10) Domingo (W. E.) and Crooks (D. M.). — Investigations with the castor bean plant. III. Fertilizers, clipping, method of planting and time of harvest. *J. Amer. Soc. Agron.*, **37**, 910-915, 1945.

(11) Dionigi (Alviero). Il miglioremento genetico del ricino. La creazione della varieta « M 6 ». *Genetica Agraria*, **1**, 1, 8-31, 1946.

(12) Herisset (A.). — Une nouvelle variété de ricin, son importance économique. *C. R. Académie Sciences*, **224**, 1836-1838, 1947.

(13) André (E.). — Composition et qualités technologiques des huiles et tourteaux. *Bull. Techn. d'Inform. des Services Agricoles*, n° 28-29 : « Les Oléagineux », 307-309, 1948.

(14) Chouard (P.). — Perspectives d'avenir : Le Ricin. *Bull. Techn. d'Inform.*, n° 28-29 : « Les Oléagineux », 272-274, 1948.

(15) Valentin (J.). — Un ricin français en Anjou. *La Potasse*, n° 151, 28-29, 1948.

(16) Martin (J. H.) and Leonard (W. H.). — *Principles of field crop production.* Macmillan Company, New York, 1044-1050, 1949.

(17) Claassen (C. E.) and Hoffman (A.). — The inheritance of the pistillate character in castors and its possible utilization in the production of commercial hybrid seed. *Agron. J.*, **42**, 79-82, 1950.

(18) Meinders (H. C.) and Jones (M. D.). — Pollen shedding and dispersal in the castor plant. *Agron. J.*, **42**, 206-209, 1950.

(19) François (M.-Th.) et Couturier (J.). — Examen et analyse de quelques échantillons de graines de ricin provenant d'essais de culture en 1949 dans le Sud-Ouest de la France. *C. R. Acad. Agriculture de France*, XXXVII, 69-72, 1951.

(20) Miller (E. A.), Roy Quinby (J.) and collaborators. — Castor beans in Texas. *Texas Agricultural Experiment Station*, 1951.

(21) Tkatchenko (B.). — La culture du ricin en Russie. *La Potasse*, n° 182, 35-36, 1951.

(22) Van der pijl (L.). — The stamens of *Ricinus*. *Phytomorphology*, **2**, n° 2-3, 130-131, 1952.

(23) Van Horn (D. L.). — Castor bean production. *Farmer's Bull.*, n° 2041, U. S. D. A., 1952.

(24) Adam (Jean). — *Les plantes à matières grasses*, vol. IV, Le Ricin, Encyclopédie d'Agr. Trop., 1953.

(25) CHEVALIER (A.). — L'avenir de la culture du ricin dans les pays tropicaux et subtropicaux. *Rev. Bot. appl. et Agric. Trop.*, juillet-août, 342-347, 1953.
(26) CHOUARD (P.). — Problèmes nouveaux et perspectives nouvelles de la culture du Ricin. *C. R. Acad. Agric. de France*, XXXIX, 82-90, 1953.
(27) CLAVIER (Claude). — Agrotechnie du ricin. *Bull. Soc. Agriculteurs du Maroc*, n° 47, janvier, 1953.
(28) LARROQUE (P.). — Action d'ensemble en vue d'une étude générale des ricins. *Oléagineux*, 8e An. n° 3, 125-129, et n° 4, 189-195, 1953.
(29) CHOUARD (P.). — Conditions et facteurs nouveaux de la culture du Ricin. *Oléagineux*, 9e An. n° 4, 239-243, 1954.
(30) ORGANICO. — Indications techniques pour des essais de culture du Ricin. Brochure étudiée d'après la Société Organico, 1954.
(31) SCHOENLEBER (L. G.) and TAYLOR (W. E.). — Development of a portable castor bean huller. *Agricultural Engineering*, **35**, 327-336, 1954.
(32) PARKEY (Wade) and SCHOENLEBER (L. G.). — A new device, mechanical monograph, for measuring the sex expression in castor beans, *Ricinus communis*. *Agron. J.*, **46**, 288-289, 1954.
(33) ZIMMERMAN (L. H.), and PARKEY (W.). — Pistillate F_1 Castor beans : their possible significance in producing commercial hybrid seed. *Agron. J.*, **46**, p. 287, 1954.
(34) CLAVIER (Claude). — Note sur les travaux d'amélioration du Ricin au Maroc. *Terre Marocaine*, n° 304, mars 1955.
(35) RAUTOU (S.). — Essai de Ricin en Languedoc en 1954. *Progrès Agricole et Viticole*, n° 16-17, 232-243, 1955.
(36) ALABOUVETTE (L.) et RAUTOU (S.). — Le Ricin dans la région Méridionale. *C. R. Acad. Agric. de France*, XLII, 159-165, 1956.
(37) SHIFRISS (Oved). — Sex instability in *Ricinus*. *Genetics*, **41**, 2, 265-280, 1956.
(38) DUMONT (D.). — La culture du Ricin aux États-Unis. *Oléagineux*, **12**, n° 5, 273-278, 1957.
(39) GIARD (J.). — Le Ricin dans le monde. *Oléagineux*, **12**, n° 6, 349-357, 1957.
(40) PARKEY (Wade). — Cytoplasmic influence in the production of the pistillate sex expression in Castor beans. *Agron. J.*, **49**, n° 8, 427-428, 1957.
(41) ZIMMERMAN (L. H.). — The relation of a dwarf internode gene to several important agronomic characters in castor beans. *Agron. J.*, **49**, n° 5, 251-254, 1957.
(42) ZIMMERMAN (L. H.). — Complementary genes for bloom in *Ricinus communis* L. *Journal of Heredity*, **48**, n° 5, 242-243, 1957.

Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE.

Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher), France. — 8-10-1958.
Dépôt légal : 4e trim. 1958. N° d'imp. : 75.

RECHERCHES SUR LES BOURGEONS DE LA VIGNE : INITIATION FLORALE ET DÉVELOPPEMENT VÉGÉTATIF

PAR

P. HUGLIN

Station de Recherches Viticoles et Oenologiques, COLMAR.

PLAN DU MÉMOIRE

INTRODUCTION

I. — **Présentation du travail.**
II. — **Les bourgeons de la vigne.**
III. — **Données générales.**
A. Caractéristiques des milieux d'observation.
B. Matériel végétal.
C. Utilisation de la notion de vigueur.

PREMIÈRE PARTIE

LA FERTILITÉ DES BOURGEONS LATENTS

Généralités.

CHAPITRE PREMIER

ÉPOQUE DE FORMATION DES GRAPPES DANS LES BOURGEONS

I. — **Généralités.**
II. — **Observations effectuées en 1954.**
III. — **Observations effectuées en 1955.**
IV. — **Observations effectuées en 1957.**
V. — **Conclusions.**

CHAPITRE II

FERTILITÉ DES BOURGEONS LATENTS DES SARMENTS FERTILES

I. — **Variation de la fertilité des bourgeons primaires.**
A. Généralités.
B. Fertilité des principaux cépages alsaciens.
C. Observations supplémentaires.

II. — **Fluctuation de la fertilité des bourgeons primaires.**
A. Position du problème.
B. Fluctuation sur une même souche.
1. Fluctuation d'après le rang des bourgeons sur les sarments.
2. Fluctuation de la fertilité sur les différents sarments d'une souche.
C. Fluctuation de la fertilité des différentes souches d'une même variété établie dans un milieu identique.
D. — Influence du climat.
1. Observations effectuées à Colmar.
2. Observations effectuées à Ribeauvillé.
3. Conclusions.
E. Influence du développement de la récolte.
F. Influence spécifique du porte-greffe.
G. Observations diverses.
1. Influence de calamités.
2. Influence de la position des sarments.
3. Influence du développement des prompts-bourgeons sur la fertilité des bourgeons latents correspondants.
4. Influence des fumures.
H. Fluctuation variétale de la fertilité.
III. — **Variation et fluctuation de la fertilité des bourgeons secondaires.**

Chapitre III

FERTILITÉ DES YEUX DE LA COURONNE ET DU VIEUX BOIS

Chapitre IV

FERTILITÉ DES YEUX LATENTS DES GOURMANDS

CONCLUSION GÉNÉRALE

Deuxième partie

LE DÉVELOPPEMENT VÉGÉTATIF DES BOURGEONS

Première section : Comportement du prompt-bourgeon

Généralités.

Chapitre premier

LE DÉVELOPPEMENT NORMAL DES PROMPTS-BOURGEONS

I. — **Cas de rameaux vigoureux.**

II. — **Cas de rameaux faibles.**

III. — **Observations sur les rameaux palissés obliquement,**

IV. — **Observations effectuées sur des plants de deux ans.**
V. — **Les différentes possibilités de développement des prompts-bourgeons.**
VI. — **Conclusions.**

Chapitre II

CORRÉLATION ENTRE LES PROMPTS-BOURGEONS ET LE BOURGEON TERMINAL

I. — Corrélation dans le cas d'une seule décapitation de rameau par souche.
II. — Corrélation dans le cas où la proportion des décapitations par souche est variable.
III. — Conclusion.

Deuxième section : Comportement du bourgeon latent.

Chapitre premier

INHIBITION ET ENTRÉE EN DORMANCE DU BOURGEON LATENT

I. — **Essais de forçage des bourgeons latents.**
A. Observations préliminaires.
B. Observations effectuées en 1954.
C. Observations effectuées en 1955.
D. Observations effectuées en 1956.
E. Contrôle de la polarité de l'inhibition des bourgeons latents.
F. Remarque.
II. — **Disparition de la dormance sous l'action de la monochlorhydrine du glycol.**
III. — **Les corrélations entre feuilles et bourgeons latents.**
IV. — **Conclusion.**

Chapitre II

MODALITÉS DE SORTIE DE LA DORMANCE

I. — **Disparition de la corrélation entre prompts-bourgeons et bourgeons latents.**
II. — **Relations entre la sortie de la dormance et le froid hivernal.**
III. — **Le problème de la prolongation de la dormance.**
A. Influence de l'époque de taille.
B. Influence de produits divers.
IV. — **L'époque de débourrement en tant que propriété génétique des variétés.**

Chapitre III

ÉTUDE DU MODE DE RAMIFICATION

I. — **Ramification des sarments d'un an de souches non taillées.**

II. — **Influence de la taille et du mode de palissage.**

A. Palissage vertical.
B. Palissage horizontal.
C. Palissage oblique.
D. Palissage en arcure.
E. Analyse globale et conclusions.

III. — **Les corrélations d'inhibition sur les sarments d'un an.**

A. Mise en évidence de l'inhibition.
B. Analyse de l'inhibition.
C. Relations entre cette inhibition et la structure du bourgeon.
D. Conclusion.

IV — **Relations entre la sortie de la dormance, le froid hivernal et la ramification.**

A. L'ordre de débourrement des bourgeons sur les sarments d'un an et le froid hivernal.
1. Observations de plein champ.
2. Expériences en serre.
B. Influence de l'orde de débourrement sur la ramification.

V. — **Conclusion.**

Discussion générale.

Résumé.

Bibliographie.

INTRODUCTION

I. — PRÉSENTATION DU TRAVAIL

Au cours de cette étude, réalisée de 1952 à 1957 à la Station de Recherches Viticoles et Œnologiques du Centre de Recherches Agronomiques d'Alsace à Colmar, nous nous proposons de montrer quelques aspects du développement des bourgeons d'une plante cultivée englobant un certain nombre d'espèces et hybrides interspécifiques du genre *Vitis* de la famille des *Ampélidacées*.

Une première partie sera consacrée au problème de la fertilité des bourgeons latents, fertilité dont dépend en grande partie la productivité des vignes. Il s'agissait non seulement de déterminer la variabilité génétique de ce caractère sur les variétés et espèces disponibles, mais également d'analyser un certain nombre de facteurs inhérents soit à la plante elle-même, soit au milieu et susceptibles d'influencer l'initiation florale.

Une deuxième partie comprendra l'étude du développement végétatif des différents types de bourgeons rencontrés sur cette plante. Trois questions y seront principalement traitées :

— Les corrélations entre bourgeons.

— Les modalités d'entrée et de sortie de la dormance des bourgeons latents.

— Le mode de ramification.

II. — LES BOURGEONS DE LA VIGNE

Quoiqu'il n'entre pas dans nos intentions d'apporter une contribution personnelle à l'étude de la morphologie et de la valeur des différents

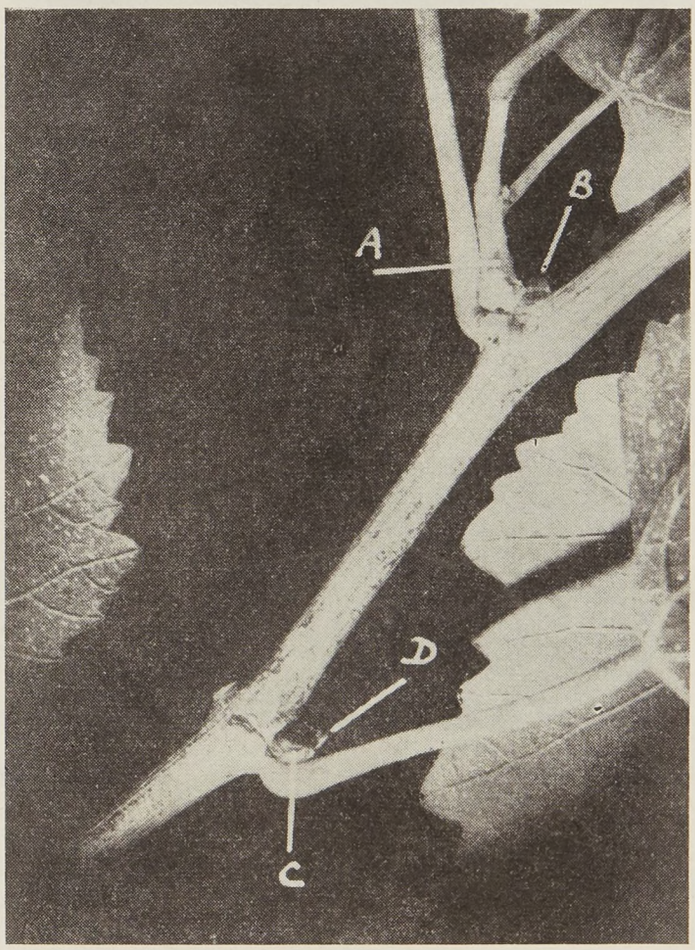


FIG. 1. — Situation des yeux sur le sarment de vigne. — A : Prompt-bourgeon développé (entre-cœur). — B : Prompt-bourgeon non développé. — B et D : Bourgeons latents.

bourgeons qu'on rencontre chez la vigne, la nature de ce sujet de travail exige une courte mise au point de cette question. L'appareil gemmaire des vignes est assez compliqué et a fait l'objet de travaux dont VIALA et PECHOUTRE (68) ont donné un compte rendu détaillé en 1910. Tout récemment, en 1953, F. BUGNON (14) a consacré une thèse à la ramification des Ampélidacées. Parmi d'autres références citons également

Guillon (35), Muller-Thurgau (54), Sartorius (62), J. Branas, G. Bernon et L. Levadoux (11), J. Branas (12).

Prenons comme exemple une souche de *V. vinifera* sur laquelle nous décrirons rapidement les organes qui nous intéressent.

Par l'opération de la taille le vigneron cherche avant tout à favoriser le départ des bourgeons qui se trouvent sur du bois d'un an, dans la mesure du possible, sur les sarments fertiles de l'année précédente. Ces bourgeons donneront alors au cours de la période végétative qui suivra,

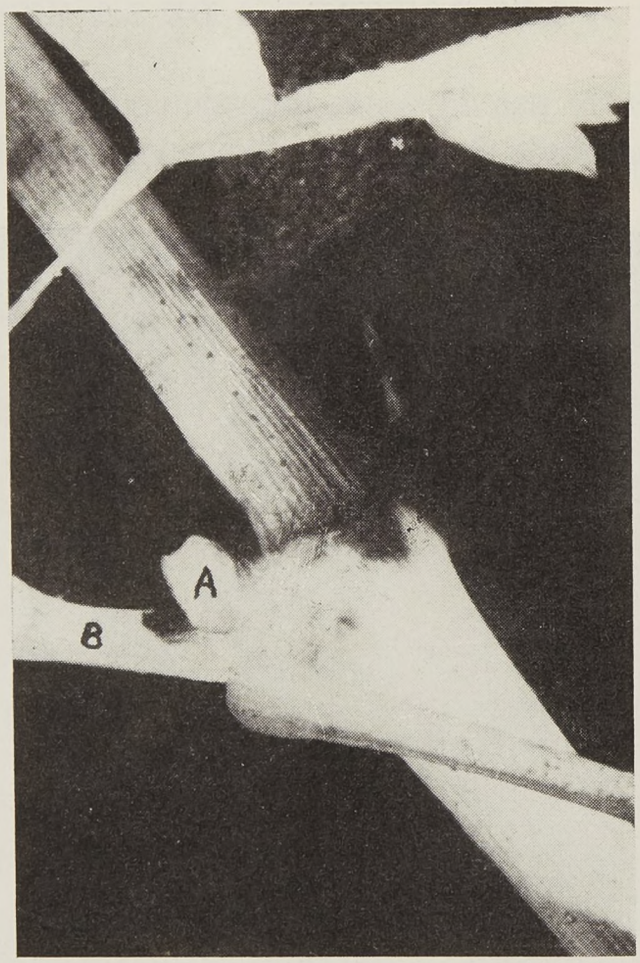


Fig. 2. — Nœud d'un sarment de vigne (*V. vinifera L.*). — A : Bourgeon latent. — B : Entre-cœur (Prompt-bourgeon développé).

des rameaux (sarments, pampres) dont la croissance se poursuit depuis mars-avril, selon l'endroit considéré, jusqu'au cœur de l'été. Ce moment coïncide en général avec le phénomène d'aoûtement ou de maturation du bois, caractérisé par le développement d'une assise subéro-phellodermique et par l'accumulation d'amidon dans les cellules des rayons médullaires et éventuellement des parenchymes libériens et ligneux.

A cette époque le méristème apical du rameau cesse de fonctionner et, après un temps plus ou moins long, le bourgeon terminal des rameaux se dessèche, puis tombe. A l'aisselle du pétiole des feuilles, insérées sur les nœuds du rameau et alternes-distiques, on peut distinguer deux types de bourgeons (fig. 1-2).

Le premier a la propriété de se développer l'année même de sa formation, c'est le *prompt-bourgeon*. Normalement il ne donne que des pousses très réduites désignées sous le nom d'*entre-cœurs*.

Le second n'évolue pratiquement jamais en pousse l'année de sa formation, c'est le bourgeon latent ou « *œil latent* ». Au cours du cycle végétatif il change uniquement de volume : d'abord plus réduit que le prompt-bourgeon il devient par la suite plus volumineux que ce dernier.

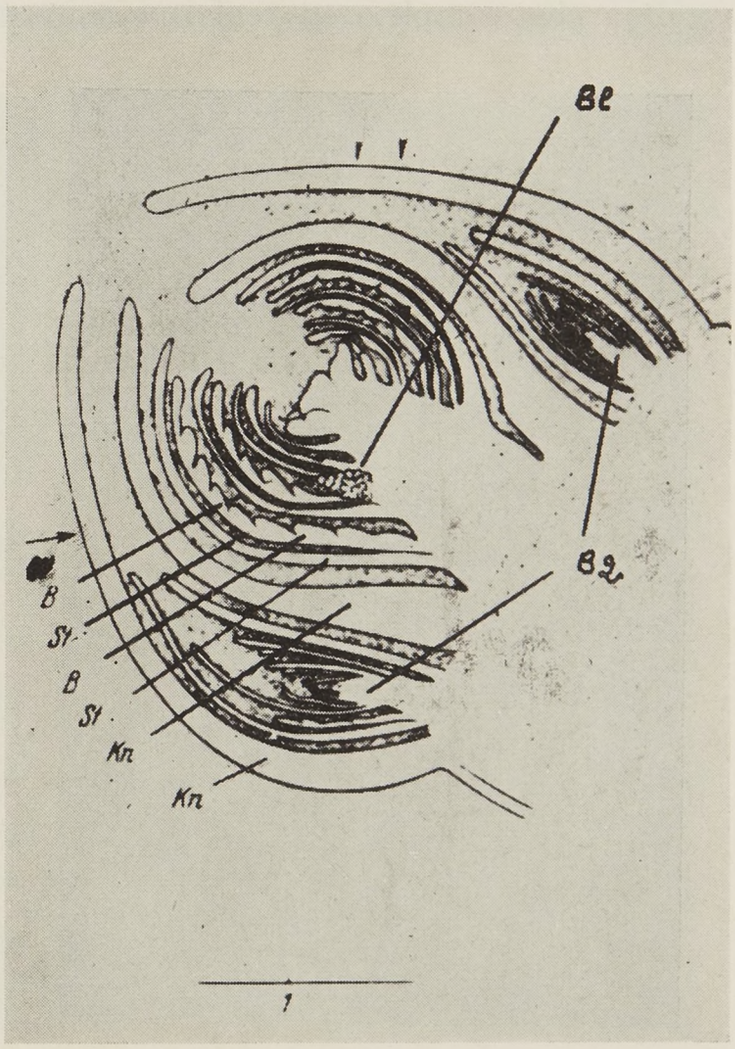


FIG. 3. — Coupe longitudinale dans un œil latent (d'après SARTORIUS). — Kn : Ecailles des bourgeons. — St : Stipules. — B : Feuilles primordiales. — BL : Inflorescences primordiales. — B2 : Bourgeons secondaires.

Alors que le prompt-bourgeon est formé d'un seul bourgeon, la structure de l'œil latent est plus complexe. En coupe longitudinale (Fig. 3) on y distingue au centre un bourgeon principal avec son cône végétatif et l'ébauche de l'organisation future du rameau (feuilles et grappes primordiales). Au-dessus et au-dessous de lui se trouvent un ou deux bourgeons secondaires (Beiknospen) appelés quelquefois bourgeons de remplacement ou contre-bourgeons. Sur l'axe des bourgeons secondaires on peut rencontrer des bourgeons ternaires. Alors que les bourgeons secondaires sont

encore bien développés, les autres deviennent de plus en plus rudimentaires. Au printemps le bourgeon secondaire ne se développe le plus souvent que si le bourgeon principal est détruit (gel, cassure etc.). La complexité des yeux latents dépend de leur emplacement sur le sarment. Elle croît de la base jusqu'à la moitié environ de ce dernier, c'est-à-dire vers le 10e-15e œil, puis diminue à nouveau vers l'extrémité.

A la base du rameau se trouvent plusieurs bourgeons latents qui possèdent une structure très primitive. Le plus gros d'entre eux, appelé « bourillon », est déjà plus complexe et renferme souvent une grappe.

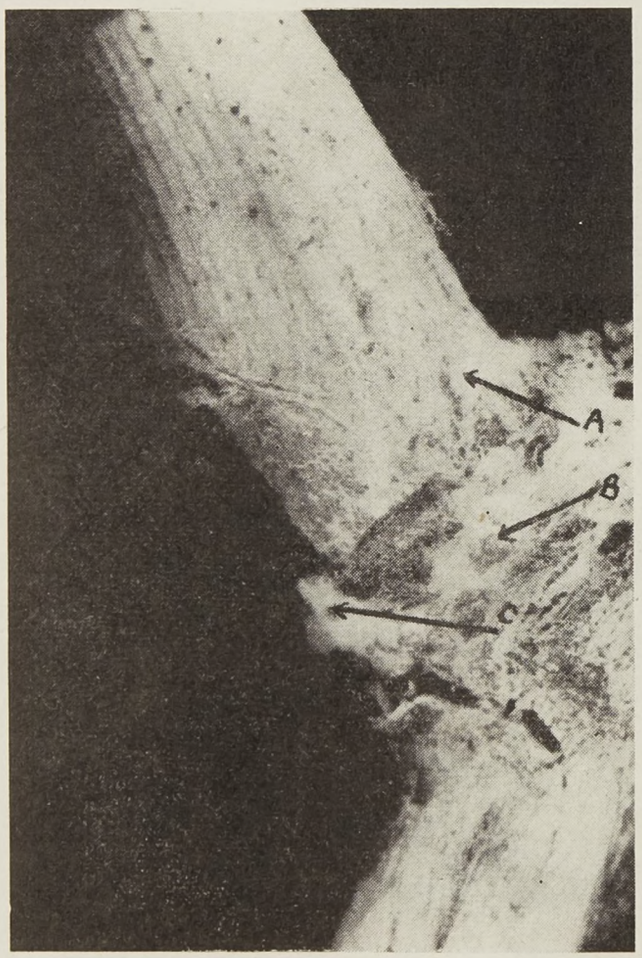


FIG. 4. — Yeux de la couronne (A, B, C).

On désigne cet ensemble de bourgeons basilaires sous la dénomination « *d'yeux de la couronne* « (fig. 4 et 5).

Les bourgeons latents, surtout ceux de la couronne, ne se développent pas tous dans l'année qui suit leur formation. Ils deviennent les *bourgeons du vieux bois* et restent quelquefois latents durant toute la vie de la plante. Comme le signalent J. BRANAS, G. BERNON et L. LEVADOUX (11), certains de ces bourgeons sont peu à peu recouverts par les couches de bois nouveau qui se forment annuellement et subissent alors une annulation progressive. D'autres au contraire sont, chaque année, le siège d'une légère activité qui provoque l'allongement de leur axe, de

sorte qu'ils émergent à la surface des couches de bois. A la suite d'une taille très sévère, de la destruction des yeux latents des sarments par le gel etc. ils peuvent donner naissance à des pousses généralement infertiles nommées *gourmands*.

La signification morphologique du prompt-bourgeon et du bourgeon latent a été étudiée par différents auteurs dont la majorité se rallie à la thèse de PRILLIEUX (57), reprise par EICHLER (27) et revérifiée par BUGNON (14). En effet, l'observation précise du développement des deux bourgeons et la présence d'une préfeuille en forme d'écaille à la base du

FIG. 5. — Yeux de la couronne d'après VIALA et VERMOREL (A, B, C, D).

bourgeon latent, montre que ce dernier est en réalité un bourgeon axillaire du prompt-bourgeon. La figure 6 montre, d'après EICHLER, la constitution de ce complexe : en haut sont représentés la vrille (*v*) et l'axe du rameau principal (*rp*), en bas la feuille axillaire(fa) avec ses deux stipules (*st* 1). L'ensemble du complexe est entouré par une première écaille éphémère (*e*1) ; à l'opposé se trouve une vraie feuille (*f*1) avec ses stipules (*st*2) et à la suite, en situation distique, une série de vraies feuilles (*f*2) dont le plan d'insertion se croise avec celui du rameau principal (*rp*). L'écaille (*e*1) protège le bourgeon latent, c'est-à-dire un bourgeon de rameau principal, qui lui, est entouré de deux écailles (*e*2, *e*3). Le

plan d'insertion des feuilles de ce bourgeon latent se croise avec celui des feuilles de l'entre-cœur (pousse produite par le prompt-bourgeon) et coïncide par conséquent avec celui des feuilles du rameau principal.

Cette unité de vue ne se retrouve plus en ce qui concerne le type de ramification de la vigne dont l'étude est en grande partie basée sur la position des vrilles ou des inflorescences.

En effet il est, par ailleurs, un fait admis par la grande majorité des auteurs qui se sont penchés sur le problème que les vrilles ne sont rien d'autre que des grappes modifiées, tous les intermédiaires existant entre

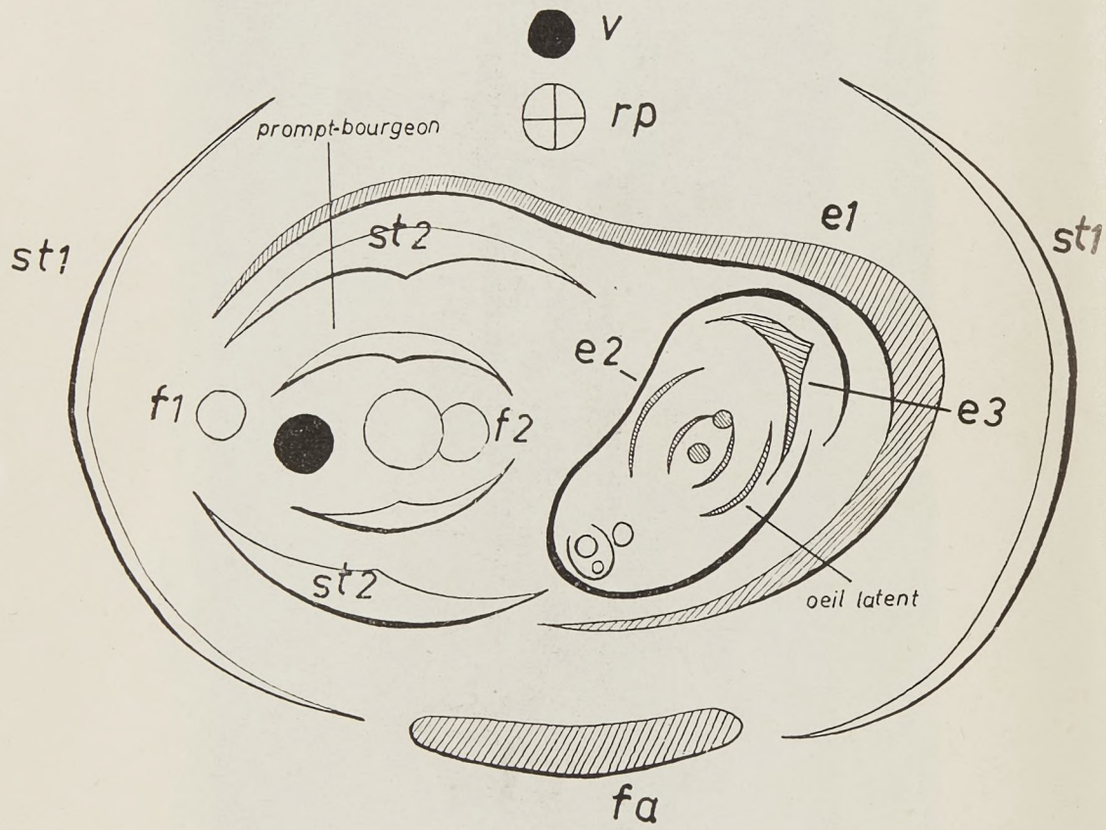


FIG. 6. — Diagramme D'EICHLER.

les deux types parfaits. Vrilles ou inflorescences paraissent oppositifoliées dans tout le genre Vitis de la famille des Ampélidacées. Sur un même sarment de V. vinifera, par exemple, les premiers nœuds ne portent aucun de ces organes. Les inflorescences, en nombre variable (1 à 4) comme on va le voir par la suite, sont en général disposées à partir des troisièmes, quatrièmes nœuds, les nœuds supérieurs ne portant plus que des vrilles. Chez la majorité des variétés de cette dernière espèce inflorescences et vrilles sont en succession discontinue, les unes ou les autres existant régulièrement en face de deux feuilles successives sur trois. Nous avons d'une part les partisans de la *théorie sympodiale* (BRAUN, GODRON, EICHLER, etc.) qui admettent que chaque vrille ou grappe est l'extrémité d'un segment unifolié du sympode, cet organe terminal étant très rapidement

rejeté latéralement par le développement d'un nouvel axe d'ordre supérieur (fig. 7).

D'autres auteurs tiennent à la *théorie monopodiale* et voient dans l'ensemble du sarment un axe unique portant sur ses flancs des feuilles, des bourgeons, des inflorescences et des vrilles. Chacun possède cependant une conception particulière sur l'interprétation des inflorescences ou des vrilles et nous renvoyons pour plus de détails à la thèse de F. Bugnon (14) qui, après avoir soumis toutes ces interprétations sympodiales et

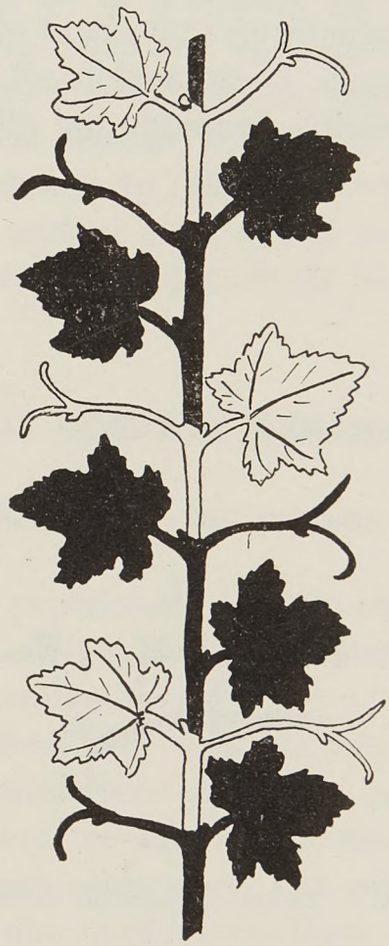


Fig. 7. — Théorie sympodiale :
alternance des articles unifeuillés (en blanc) et des articles bifeuillés (en noir)

monopodiales à une analyse serrée et après avoir réétudié l'ensemble du problème, expose une théorie monopodiale nouvelle (Thèse Bugnon, p. 111).

I. — La tige primaire et les rameaux végétatifs d'ordres divers qu'elle peut porter au cours des années successives sont des monopodes ; chacun de ces axes, considéré isolément, est capable de porter des bourgeons axillaires, des inflorescences et des vrilles, qui sont tous des axes latéraux d'ordre N + 1, si l'axe-support est d'ordre N.

II. — A toute inflorescence ou vrille paraissant oppositifoliée correspondent trois sortes d'éléments (fig. 8) :

1. — Une bractée B ayant la même valeur qu'une feuille végétative portée par l'axe N.

2. — Deux rameaux superposés équivalents, I et E, axillaires de la bractée, et ayant chacun même valeur que le rameau axillaire d'une feuille végétative.

3. — Enfin, un hypoclade typique H portant à son sommet la bractée B et les deux rameaux axillaires superposés.

III. — Dans les portions où existent des organes apparemment oppositifoliés, la phyllotaxie est en réalité alterne pour toutes les feuilles, bractées B comprises. Les inflorescences et les vrilles ne sont pas réellement oppositifoliées, autrement dit les bractées axillantes ne sont pas opposées aux feuilles axillantes F, mais situées plus haut ou plus bas sur la tige.

Il est vraisemblable que la succession est même alterne-distique ; en conséquence, la périodicité organique qui affecte un rameau portant

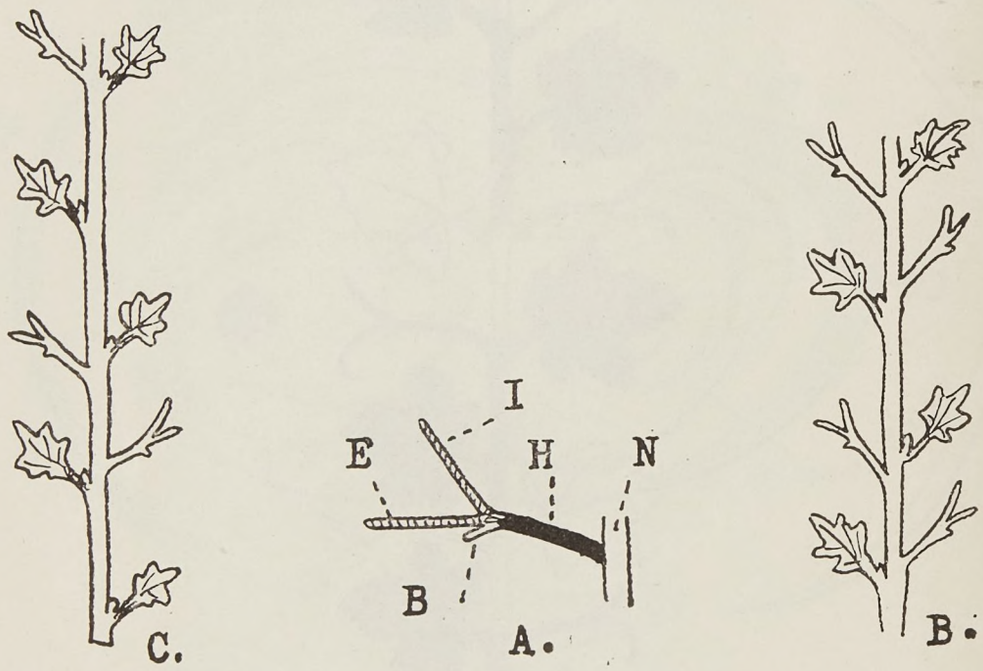


FIG. 8. — Théorie monopodiale de BUGNON.

des inflorescences ou des vrilles doit se traduire comme suit : chez les espèces où les vrilles sont en succession continue, l'axe forme alternativement sur ses flancs deux feuilles végétatives, puis deux bractées axillantes, deux feuilles végétatives, etc. (fig. 8 B). Chez les espèces où les vrilles sont en succession discontinue, le développement alternatif de trois feuilles, deux bractées, trois feuilles, etc. est réalisé (fig. 8 C). Quant aux cas où la succession est irrégulière, le problème de l'alternance feuilles-vrilles n'a pas toujours été élucidé. De toutes façons, l'ensemble des phénomènes rythmiques réalisé le long de la pousse des Ampélidacées s'intègre tout naturellement dans le cadre des phénomènes périodiques généraux.

Deux études très récentes de BREIDER (13) et de J. BRANAS (12) sont également favorables à la théorie monopodiale de ramification.

Breider, ayant décrit des mutations somatiques (zones de déficience chlorophyllienne) qui ne sont visibles que sur les feuilles d'un même côté du rameau, pense que de telles chimères ne pourraient se concevoir s'il s'agissait d'une ramification sympodiale. Dans cette dernière hypothèse, une telle mutation pourrait affecter soit une ou deux feuilles, c'est-à-dire un sympode (fig. 7) soit la totalité des feuilles d'un rameau, mais jamais la totalité des feuilles localisées sur un même côté du sarment. Dans un travail ayant trait à l'ontogénie du rameau de vigne, J. Branas montre, sans d'ailleurs s'occuper de ce problème de ramification, que l'apex d'un bourgeon en voie de croissance engendre les différents organes du rameau selon un mode strictement monopodial.

En définitive il nous semble difficile de ne pas admettre que la structure ontogénique actuelle du rameau de vigne soit de type monopodial. Phylogéniquement parlant cette réalité ne contredit cependant pas l'hypothèse d'un sympode congénital, révélé par l'étude de la morphologie comparée.

III. — DONNÉES GÉNÉRALES

A. — Caractéristiques des milieux d'observation.

Les observations et expériences de plein champ dont nous rendrons compte ont été effectuées dans quatre milieux différents qu'il semble utile de caractériser sommairement.

A *Colmar* même (48°04'N. — altitude 200 m), nous avons travaillé dans une parcelle de vignes située sur un sol caillouteux et sablonneux, originellement très pauvre, constitué par des dépôts quaternaires et fluvio-glaciaires d'alluvions vosgiennes. Par suite de son faible pouvoir de rétention d'eau et d'une nappe phréatique excessivement profonde, la vigne y souffre facilement de sécheresse et, d'une manière générale, est moins vigoureuse que dans les autres milieux. Le climat de la région de Colmar est déjà continental, la moyenne annuelle des précipitations y est de 500 mm (tableau I).

— Le domaine de *Wintzenheim* se trouve à 5 km à l'Ouest de Colmar sur une colline sous-vosgienne d'exposition Est (altitude 250 à 290 m). Son sol est formé par une arène granitique meuble. La pluviosité y est nettement plus forte qu'à Colmar, alors que les températures moyennes sont sensiblement équivalentes (tableau II).

— A *Ribeauvillé*, chef-lieu d'arrondissement se trouvant à 15 km au Nord-Ouest de Colmar, le vignoble de la Station jouit d'une exposition Sud-Est extrêmement favorable et son altitude fluctue entre 230 et 260 mètres. La nature géologique de son sol est nettement différente de celle des deux milieux précédents : il s'agit de marnes argilo-calcaires (3 à

Tableau I

Les conditions climatiques de Colmar (1952-1956).

Mois	Températures moyennes					Pluviosité (en mm)				
	1952	1953	1954	1955	1956	1952	1953	1954	1955	1956
Janvier	1°4	— 1°2	— 1°8	0°6	3°1	38,7	4,5	19,3	83,8	27,5
Février	0°8	2°8	— 0°7	1°4	— 8°8	17,5	13,8	31,1	42,6	4,7
Mars	8°2	7°0	7°4	3°5	5°8	110,1	2,6	23,1	27,2	10,2
Avril	12°2	10°6	7°5	9°2	8°2	27,7	33,2	46,4	0,0	62,1
Mai	13°6	14°2	12°8	12°4	13°5	27,0	28,5	33,4	40,5	82,1
Juin	18°4	15°4	18°0	16°4	14°6	14,6	81,6	48,6	69,8	49,2
Juillet	22°0	18°4	16°9	18°9	17°6	8,6	79,5	50,7	77,7	109,5
Août	20°8	18°6	16°9	18°1	16°7	28,0	7,2	137,8	40,8	67,6
Septembre ..	12°8	15°9	16°9	15°2	16°9	86,3	36,4	84,9	38,7	58,7
Octobre	9°8	11°6	10°4	8°9	10°6	72,6	40,9	18,7	25,6	87,0
Novembre...	4°9	4°4	5°3	3°9	4°0	80,3	5,4	37,1	5,9	27,7
Décembre ...	1°4	0°0	4°1	4°5	3°3	44,1	3,2	91,5	48,4	10,4
Totaux ...						555,5	336,8	622,6	501,0	596,7

Tableau II

Les conditions climatiques de Wintzenheim (1952-1956).

Mois	Températures moyennes					Pluviosité (en mm)				
	1951	1953	1954	1955	1956	1952	1953	1954	1955	1956
Janvier	1°1	−1°6	−1°7	0°5	3°1	50,3	9,1	25,7	91,6	31,1
Février	0°9	2°6	−0°6	1°2	−9°0	24,2	15,9	33,2	47,6	10,0
Mars	7°0	6°6	7°2	3°1	5°4	114,1	10,4	37,8	35,0	19,4
Avril	12°3	10°8	7°6	9°5	8°3	32,7	40,2	49,1	0	75,3
Mai	14°2	14°4	13°2	12°7	14°5	31,4	35,0	42,0	44,2	87,2
Juin	18°3	16°0	18°1	16°8	15°3	16,6	91,3	52,3	69,3	49,1
Juillet	22°2	19°2	17°0	19°3	18°5	12,5	86,1	54,2	155,6	106,6
Août	20°7	18°6	16°7	18°4	16°5	37,9	19,4	131,3	51,0	78,7
Septembre ..	12°4	16°0	15°5	14°9	16°3	101,1	50,7	108,6	48,1	64,1
Octobre	9°1	11°0	9°4	8°9	9°1	79,3	51,6	21,5	28,8	62,5
Novembre...	4°0	3°8	4°8	3°6	3°1	95,7	8,2	39,4	6,7	29,8
Décembre ...	1°2	0°8	3°9	4°1	2°6	51,8	12,1	98,2	56,1	15,0
Totaux ...						647,6	430,0	693,3	634,0	628,8

Tableau III

Les conditions climatiques de Ribeauvillé (1952-1956).

Mois	Températures moyennes					Pluviosité (en mm)				
	1952	1953	1954	1955	1956	1952	1953	1954	1955	1956
Janvier	2°1	— 1°1	— 1°5	0°7	3°7	65,2	7,0	29,3	133,3	43,7
Février	1°8	2°9	— 0°8	1°6	— 7°8	53,3	23,8	32,7	71,4	10,0
Mars	6°8	8°5	7°7	3°7	5°9	16,9	21,2	46,4	28,0	33,4
Avril	12°7	11°8	8°3	10°2	8°5	62,0	38,9	50,2	2,2	61,1
Mai	15°6	16°7	13°7	13°3	15°0	28,0	56,2	47,2	51,2	73,4
Juin	18°8	16°1	18°3	17°3	15°1	20,8	100,7	50,0	91,3	59,9
Juillet	22°3	19°3	17°2	19°4	18°3	0,0	107,0	66,5	159,6	110,8
Août	20°4	18°7	16°8	18°4	16°6	20,3	92,3	68,0	41,5	62,6
Septembre .	13°9	16°6	15°7	15°6	16°6	143,3	32,7	117,8	47,4	60,8
Octobre	9°1	11°9	11°4	9°2	9°2	127,8	21,2	35,3	21,9	58,3
Novembre...	3°9	4°7	6°6	4°3	3°5	153,9	9,5	29,7	15,7	41,9
Décembre ...	1°5	3°9	4°0	4°4	2°9	60,3	17,0	113,1	62,2	10,9
Totaux ...						751,8	527,5	686,2	725,7	626,8

7 p. 100 de calcaire total) du Trias moyen et supérieur. Du fait de son exposition, les conditions thermiques y sont meilleures qu'à Colmar (tableau III). Par ailleurs, la moyenne annuelle de hauteur de pluie dépasse d'environ 150 mm celle de Colmar.

— Le domaine de *Bergheim*, à 3 km au Nord de Ribeauvillé, est situé à une altitude de 270 à 310 mètres et jouit d'une exposition Sud. Les conditions climatiques sont sensiblement les mêmes qu'à Ribeauvillé, à la différence d'altitude près. Le sol y est très hétérogène, ayant trois origines géologiques différentes :

Marnes irisées du Keuper (4 à 15 p. 100 de calcaire total).

Marnes du Muschelkalk (7 à 25 p. 100 de calcaire total).

Marnes fortement calcaires (20 à 50 p. 100 de calcaire total) du lias inférieur (marnes à gryphées).

B. — Matériel végétal.

Le matériel végétal que nous avons eu à notre disposition, comprend en premier lieu des cépages (= variétés) de l'espèce *V. vinifera* L. cultivés en Alsace : *Riesling, Gewurztraminer, Pinot gris, Pinot blanc, Auxerrois, Sylvaner* et *Chasselas*. C'est sur eux qu'a été effectuée la grande majorité des expériences ayant nécessité un nombre relativement important de souches. Cependant, des observations complémentaires ont pu être faites dans la collection ampélographique de la Station où sont réunies les principales espèces américaines du genre *Vitis*, une centaine de variétés de *V. vinifera* et environ 150 hybrides interspécifiques (hybrides producteurs et porte-greffes). On trouvera dans les listes des tableaux IV à VII les espèces et variétés citées dans le présent travail.

Tableau IV

Espèces américaines du genre Vitis de la collection ampélographique de Bergheim.

Espèces	Variétés
V. Riparia Michaux	Riparia gloire de Montpellier
» »	Riparia grand glâbre
V. Rupestris Scheele	Rupestris du Lot
» »	Rupestris géant
V. Berlandieri Planchon	Berlandieri 112
» »	Berlandieri 43
V. Labrusca Linné	Isabelle
» »	Concord
V. Aestivalis Michaux	
V. Cinerea Engelmann	Cinerea canescens
V. Cordifolia Michaux	
V. Rubra Michaux	
V. Arizonica Engelmann	

Tableau V

Cépages de V. vinifera L. de la collection ampélographique de Bergheim.

Dénominations	Régions ou pays de culture
Affenthaler.	Allemagne.
Alicante Bouschet.	Midi, Afrique du Nord.
Aligoté.	Bourgogne.
Aramon.	Languedoc.
Auxerrois.	Alsace-Lorraine.
Béclan.	Jura.
Bicane.	Raisin de table de collection.
Bouchereau.	Cépage de collection.
Bouquet.	Allemagne-Alsace.
Butschera.	Allemagne, anciennement en Alsace.
Cabernet franc.	Ouest et Sud-Ouest.
Cabernet-Sauvignon.	Sud-Ouest, Ouest.
Carignan.	Languedoc, Provence, Roussillon.
Chardonnay.	Bourgogne, Champagne.
Chasselas blanc.	Alsace, Suisse, Allemagne et raisin de table.
Chasselas rose.	Alsace, Allemagne.
Chasselas musqué.	Peu répandu.
Chasselas Cioutat.	Variété à feuilles lasciniées.
Chenin blanc.	Ouest.
Cinsaut.	Languedoc, Provence, Algérie.
Clairette.	Languedoc, Provence.
Corbeau.	Alpes.
Elbling blanc.	Allemagne, Alsace.
Elbling rouge.	Peu répandu.
Enfariné.	Nord-Est.
Folle blanche.	Charentes, Gers.
Furmint.	Hongrie.
Gamay.	Beaujolais, Nord-Est.
Gamay fréaux.	Beaujolais.
Gewurztraminer.	Alsace.
Goldriesling.	Alsace.
Gouais.	Centre.
Grand Noir de la Calmette.	Languedoc.
Grenache.	Roussillon, Languedoc, Provence, Algérie, Espagne.
Gueuche.	Jura.
Heiligensteiner Klevner.	Alsace.
Jaoumet.	Pyrénées-Orientales.
Joubertin.	Alpes.
Jurançon.	Sud-Ouest.
Lignan blanc.	(Raisin de table) Italie, Vaucluse.
Limberger.	Autriche, Allemagne.
Madeleine Angevine.	Cépage de table d'amateur.
Madeleine Céline.	Cépage de table d'amateur.
Madeleine royale.	Cépage de table d'amateur.
Marsanne.	Côtes du Rhône.
Mauzac.	Sud-Ouest, Aude.
Merlot.	Sud-Ouest.
Meslier.	Centre.
Meunier.	Champagne, Allemagne.
Mondeuse.	Alpes.
Morillon.	Alsace.
Muller-Thurgau.	Allemagne, Suisse, Alsace.
Muscat Ottonel.	Alsace.
Panse précoce.	Cépage de table d'amateur.
Perle de Csaba.	Raisin de table peu répandu.
Pinot blanc.	Alsace.
Pinot gris.	Alsace, Allemagne, Suisse.
Pinot noir.	Champagne, Bourgogne, Alsace, Allemagne, Suisse.
Pinot tête de nègre.	Cépage de collection.
Pinot violet.	Cépage de collection.
Ploussart.	Jura.
Portugais blanc.	Allemagne, Autriche.
Précoce de Malingre.	Cépage de collection.

TABLEAU V *(suite)*

Dénominations	Régions ou pays de culture
Riesling.	Alsace, Allemagne.
Rogtipfler.	Autriche.
Roussanne.	Alpes.
Saint-Laurent.	Allemagne.
Sauvignon.	Sud-Ouest, Ouest, Autriche.
Savagnin blanc.	Jura.
Sémillon.	Sud-Ouest.
Sylvaner blanc.	Alsace, Allemagne, Autriche.
Sylvaner rouge.	Cépage de Collection.
Syrah.	Côtes du Rhône.
Tressot.	Centre.
Trollinger.	Allemagne.
Trousseau.	Jura.
Ugni blanc.	Provence, Italie.
Viognier.	Centre-Sud.
Welschriesling.	Autriche, Yougoslavie.
Wildbacher.	Autriche.
Zierfandler.	Autriche.

C. — Utilisation de la notion de vigueur.

Durant la réalisation de ce travail nous avons été amenés à utiliser ou à mettre au point diverses méthodes qui seront décrites au fur et à mesure de leur utilisation. La notion de « *vigueur* » étant destinée à revenir constamment au cours des différentes parties de notre étude, il nous semble nécessaire de bien préciser, à priori, le sens dans lequel ce terme est employé.

Du point de vue physiologique on sait qu'il n'existe pas encore de définition générale susceptible de s'appliquer, soit à l'ensemble du règne végétal, soit même à un embranchement ou à une classe donnée.

Dans ces conditions nous emploierons le terme « *vigueur* » dans un sens nettement agronomique en chiffrant la vigueur d'une souche par *le poids de son bois de taille*. Dans la mesure du possible, nous n'effectuerons cependant que des comparaisons entre souches conduites de même façon et se trouvant placées dans des conditions de milieu identique.

Cette restriction, démontrée par J. BRANAS, G. BERNON et L. LEVADOUX (11), nous semble en effet judicieuse, car une expression logique et générale de la vigueur devra faire intervenir dans son appréciation la notion de milieu. A titre d'exemple ces auteurs font remarquer que si l'on compare une souche de l'ancien vignoble champenois (densité de plantation de 50 000 plantes par hectare) dont le poids du bois de taille est de 0,500 kg, avec une treille disposant pratiquement de possibilités de développement illimitées et de poids du bois de taille également de 0,500 kg, il est clair que la première de ces deux plantes est très vigoureuse, la seconde très faible.

Dans le cas de comparaison de vigueur de sarments isolés qu'on désire conserver à la taille, il n'est plus possible de procéder par pesées et il importe de choisir un autre mode d'expression de la vigueur.

Tableau VI

Hybrides producteurs de la collection ampélographique de Bergheim et de Wintzenheim.

Dénominations	Compositions génétiques (d'après P. Galet (32))
65-1 Kuhlmann.	Vinifera — Riparia.
149-3 Kuhlmann.	Vinifera — Riparia — Rupestris.
188-2 Kuhlmann.	Riparia — Rupestris — Vinifera.
191-1 Kuhlmann.	?
192-2 Kuhlmann.	Vinifera — Riparia — Rupestris.
193-2 Kuhlmann.	?
193-5 Kuhlmann.	?
187-1 Kuhlmann.	Vinifera — Riparia — Rupestris.
237-1 Kuhlmann.	Vinifera — (Riparia — Rupestris).
237-2 Kuhlmann.	?
252-1 Kuhlmann.	?
252-3 Kuhlmann.	Vinifera — Riparia — Rupestris.
267-1 Kuhlmann.	Vinifera — Riparia.
275-2 Kuhlmann.	Vinifera — Riparia — Rupestris.
272-1 Kuhlmann.	Vinifera — Riparia — Rupestris.
296-1 Kuhlmann.	Vinifera — (Riparia — Rupestris).
277-2 Kuhlmann.	Vinifera — (Riparia — Rupestris).
278-2 Kuhlmann.	?
319-3 Kuhlmann.	Vinifera — (Riparia — Rupestris).
477-1 Kuhlmann.	(Vinifera — Riparia) — Vinifera.
702 A Oberlin.	Vinifera × Riparia.
595 Oberlin.	Vinifera × Riparia.
604 Oberlin.	Vinifera × Riparia.
605 Oberlin.	Riparia × Vinifera.
782 Oberlin.	Labrusca — Riparia — Vinifera.
1 Baco.	Vinifera × Riparia.
22 A Baco.	(Labrusca — Riparia) — Vinifera.
2 Gaillard.	Labrusca — Riparia — Rupestris — Vinifera.
157 Gaillard.	Labrusca — Aestivalis — Vinifera — Rupestris.
1000 Seibel.	Vinifera — Rupestris — Lincecumii.
2653 Seibel.	(? × Rupestris) × Vinifera.
4643 Seibel.	Vinifera — Rupestris — Lincecumii.
4986 Seibel.	Vinifera — Rupestris — Lincecumii.
5409 Seibel.	Labrusca — Riparia — Rupestris — Lincecumii — Vinifera — Cinerea.
5279 Seibel.	?
5437 Seibel.	Labrusca — Riparia — Rupestris — Lincecumii — Vinifera — Cinerea.
5455 Seibel.	Labrusca — Riparia — Rupestris — Lincecumii — Vinifera — Riparia.
7053 Seibel.	Labrusca — Riparia — Rupestris — Lincecumii — Vinifera — Cinerea.
8355 Seibel.	?
8745 Seibel.	Labrusca — Riparia — Rupestris — Vinifera.
10096 Seibel.	Labrusca — Riparia — Rupestris — Lincecumii — Vinifera — Cinerea.
9110 Seibel.	Labrusca — Riparia — Rupestris — Lincecumii — Vinifera — Cinerea.
10878 Seibel.	?
14514 Seibel.	Hybride complexe.
14596 Seibel.	Labrusca — Riparia — Rupestris — Lincecumii — Vinifera — Cinerea.
14664 Seibel.	?
3160 Seyve-Villard.	?
5247 Seyve-Villard.	?
5276 Seyve-Villard.	?
12286 Seyve-Villard.	?
14287 Seyve-Villard.	?
18283 Seyve-Villard.	?
18315 Seyve-Villard.	?
18402 Seyve-Villard.	?
19233 Seyve-Villard.	?

Tableau VI *(suite)*

Dénominations	Compositions génétiques (d'après P. Galet (32))
19410 Seyve-Villard.	?
20366 Seyve-Villard.	?
20473 Seyve-Villard.	?
23657 Seyve-Villard.	?
6 Ravat.	Hybride complexe × Vinifera.
262 Ravat.	Hybride complexe × Vinifera.
2282 Landot.	5276 S.V. — 5455 S.
2281 Landot.	5276 S.V. — 5455 S.
244 Landot.	Labrusca — Riparia — Rupestris — Lincecumii — Vinifera — Cinerea.
204 Landot.	Vinifera — Berlandieri — Riparia — Rupestris — Aestivalis — Cinerea.
426 Chambeaudière.	Labrusca — Aestivalis — Vinifera — Rupestris — Riparia.
Jacquez.	Aestivalis — Riparia — Rupestris.
Noah.	Labrusca — Riparia.
4687 Burdin.	Hybride complexe × Vinifera.
4672 Burdin.	Hybride complexe × Vinifera.
York Madeira.	Labrusca — Aestivalis.
3 Rudelin.	Labrusca — Riparia — Rupestris — Lincecumii — Vinifera — Cinerea.

Tableau VII

Hybrides porte-greffes de la collection ampélographique de Bergheim.

Dénominations	Compositions génétiques
101-14 Millardet, de Grasset.	Riparia — Rupestris.
3306 Couderc.	Riparia × Rupestris.
3309 Couderc.	Riparia × Rupestris.
Riparia-Rupestris de Massanes.	Riparia — Rupestris.
161-49 Couderc.	Riparia × Berlandieri.
34 École Montpellier.	Berlandieri × Riparia.
420 A Millardet, de Grasset.	Riparia × Berlandieri.
Phénix.	Riparia × Berlandieri.
5 BB Kober.	Riparia × Berlandieri.
8 B Téléki.	Riparia × Berlandieri.
125 AA	Riparia × Berlandieri.
59 B	Riparia × Berlandieri.
SO 4	Riparia × Berlandieri.
503 Barr.	Riparia × Berlandieri.
5 C	Riparia × Berlandieri.
57 Richter.	Berlandieri × Rupestris.
99 Richter.	Berlandieri × Rupestris.
110 Richter.	Berlandieri × Rupestris.
41 B Millardet, de Grasset.	Vinifera × Berlandieri.
333 École Montpellier.	Vinifera × Berlandieri.
26 Geisenheim.	Vinifera × Riparia.
1202 Couderc.	Vinifera × Rupestris.
93-5 Couderc.	Vinifera × Rupestris.
N° 2 Ganzin.	Vinifera × Rupestris.
N° 9 Ganzin.	Vinifera × Rupestris.
150-15 Malègue.	Berlandieri × (Vinifera × Rupestris).
Solonis.	Candicans — ?
1616 Couderc.	Solonis × Riparia.
1616 Emmendingen.	Solonis × Riparia.
31 Richter.	Berlandieri × Novo Mexicana.
44-53 Malègue.	Riparia × (Cordifolia × Rupestris).
62-66 Couderc.	(Vinifera × Rupestris) × Cordifolia.
44 Laquenexy.	Vinifera × Riparia.
Vialla.	Hybride de Labrusca.
261-3 Castel.	1616 C. × Rupestris du Lot.

Dans ce but nous avons effectué, sur trois cépages, le calcul des corrélations unissant le poids de sarments isolés avec leur plus grand diamètre mesuré sur un entre-nœud, leur longueur totale et leur nombre de nœuds.

Le tableau VIII montre le détail des mesures faites sur *Gewurztraminer*. Dans le tableau IX on trouvera les coefficients de corrélation des trois séries de contrôle.

La corrélation entre poids des sarments d'une part, diamètre et longueur d'autre part, est très bonne dans tous les cas et il semble bien que les deux critères se valent.

Tableau VIII

Relations entre le poids, le diamètre, la longueur et le nombre de nœuds des sarments. Exemple du Gewurztraminer.

N° d'ordre	Poids (en grammes)	Plus grand diamètre (en mm.)	Longueur (en cm.)	Nombre de nœuds
1	136,2	12,1	213	17
2	101,5	10,1	163	18
3	99,9	7,9	223	21
4	69,7	9,0	156	27
5	65,5	8,5	210	33
6	50,2	7,3	168	22
7	49,1	7,9	169	27
8	46,6	7,3	170	24
9	43,8	7,8	147	31
10	42,4	7,0	172	27
11	27,4	7,0	147	15
12	17,5	6,8	96	24
13	17,1	6,2	102	28
14	16,8	6,8	95	20
15	14,8	6,2	78	20
16	13,4	6,8	75	19
17	12,3	6,0	81	21
18	11,4	6,1	86	29
19	10,4	6,1	90	30
20	10,4	6,1	65	16
21	10,1	5,2	79	23
22	9,4	5,8	62	19
23	5,6	5,4	51	15
24	3,6	4,9	75	19

Tableau IX

Corrélation entre le poids, le diamètre, la longueur et le nombre de nœuds des sarments.

Variétés	Nombre de sarments analysés	Coefficient de corrélation entre :		
		Poids et diamètre	Poids et longueur	Poids et nombre de nœuds
Gewurztraminer ...	24	+ 0,93	+ 0,87	+ 0,06
Pinot blanc.....	29	+ 0,91	+ 0,90	+ 0,43
Auxerrois	31	+ 0,90	+ 0,84	+ 0,37

La corrélation entre poids et nombre de nœuds est au contraire inexistante ou très faible. Ce résultat était prévisible car il n'est pas rare de trouver des rameaux très réduits ayant pourtant développé un grand nombre de nœuds pour des raisons d'ailleurs variables.

En définitive, nous utiliserons en tant qu'expression de la *vigueur de sarments isolés* et laissés sur souche leur diamètre maximum. Cette mesure est en effet réalisable à partir du début de l'aoûtement des sarments jusqu'au printemps suivant ce qui n'est pas possible pour la longueur par suite de l'opération du rognage (écimage) et de la destruction par le gel des extrémités non aoûtées.

PREMIÈRE PARTIE

LA FERTILITÉ DES BOURGEONS LATENTS

L'étude de la fertilité des bourgeons latents, autrement dit de leur initiation florale, constitue une première contribution à un programme de recherches beaucoup plus vaste, consacré à la génétique et à l'amélioration de la productivité de la vigne.

En pratique la productivité d'un cépage n'est autre chose que son rendement quantitatif. Génétiquement parlant, cette définition est cependant très incomplète car cette productivité est en réalité le produit de deux caractères très distincts : *la fertilité moyenne des bourgeons laissés à la taille et le poids moyen des grappes*, cette dernière caractéristique nécessitant elle-même une subdivision encore plus poussée (nombre initial de boutons floraux, proportion de baies nouées, c'est-à-dire sensibilité à la coulure et taille définitive des baies).

Dans ces conditions, la grande majorité de nos essais et observations ayant été poursuivie en fonction des éléments indispensables à la réalisation d'un travail d'amélioration, tous les aspects du problème n'ont pas été envisagés, en particulier celui du rôle éventuel du photopériodisme sur la formation des ébauches florales.

La fertilité des bourgeons latents dépend de plusieurs facteurs :

1. — L'espèce ou la variété.

2. — Le type de bourgeon (bourgeons primaires ou secondaires, bourgeons de la couronne, du vieux bois et des gourmands).

3. — Le rang des bourgeons sur le rameau-mère.

4. — Les conditions du milieu variables dans le temps et dans l'espace.

L'analyse du premier de ces facteurs constituera l'étude de la variation du caractère « fertilité des bourgeons » des espèces et variétés de

vigne que nous avons eu à notre disposition. Celle des trois suivantes comporte l'appréciation de sa fluctuation. Notons que les termes « *variation* » et « *fluctuation* » sont utilisés ici dans des sens précis et différents tels qu'ils ont été définis par L. FRIEDBERG (31).

Variations. — Différences que présente un même caractère sur différentes lignées pures ou clones cultivés dans les mêmes conditions (au cours de ce travail cette définition sera appliquée aux différences observées sur des cépages). Ce sont des propriétés héréditaires inscrites dans le génotype.

Fluctuations. — Expressions diverses d'un même patrimoine héréditaire sous l'influence de facteurs extérieurs. Une fluctuation ne concerne donc que le phénotype.

En dehors de leur intérêt propre les résultats obtenus à la suite de ces investigations nous permettront de procéder à un choix plus judicieux des géniteurs destinés à la réalisation d'un programme de croisements. C'est ainsi que nous envisagerons la possibilité d'une amélioration génétique de la régularité des récoltes, par l'obtention de types dont la fluctuation de la fertilité des bourgeons soit plus réduite que celle de beaucoup de variétés que nous avons actuellement à notre disposition.

CHAPITRE PREMIER

ÉPOQUE DE FORMATION DES GRAPPES DANS LES BOURGEONS

I. — GÉNÉRALITÉS

Les références bibliographiques concernant l'époque de formation des grappes primordiales dans les bourgeons (bourgeons principaux des yeux latents) sont toutes concordantes, quel que soit le lieu où les observations ont été effectuées, et il est un fait établi que l'initiation florale de ces bourgeons a lieu au cours de la croissance du rameau herbacé et non sur des bourgeons plus âgés comme c'est le cas chez certaines autres espèces fruitières. D'après KROEMER (46) la formation de la première grappe a lieu à la mi-juin, celle de la deuxième grappe début juillet. J. BRANAS, G. BERNON et L. LEVADOUX (11) signalent qu'elles sont différenciées vers la fin de la croissance, c'est-à-dire courant août dans le Languedoc. BEHRENS (4) indique également comme époque-limite de leur apparition le mois d'août. En Champagne, FRANÇOT et MAURO (30) ont observé que leur formation correspondait à peu près au début de la floraison pour les yeux de la base des rameaux et qu'elle se poursuivait ensuite progressivement en fonction de l'accroissement de la végétation.

Comme il s'agit là d'une donnée dont la connaissance sera indis-

pensable dans la suite de notre exposé, il nous a semblé intéressant de voir comment se déroulait ce phénomène dans le vignoble alsacien.

Dans ce but nous avons provoqué, à des époques variables et à différents niveaux d'insertion des yeux sur leur rameau-mère, le départ anticipé de bourgeons latents au cours de l'année de leur formation. Sur ces pousses dont le développement prématuré a été rendu possible par le pincement des extrémités des rameaux et par l'ablation des prompts-bourgeons (cf. p. 135), on a ensuite contrôlé la présence ou l'absence d'initiums floraux (1). D'autres observations que nous avons été amenés à faire à la suite de ces expériences seront analysées en détail dans la deuxième partie de ce travail. Nous tenons pourtant à signaler dès à présent que le départ anticipé d'un œil latent de rang donné n'a été possible que durant une période restreinte de l'ordre de trois à quatre semaines après son apparition sur le rameau. Cette restriction n'a cependant pas entravé outre mesure le déroulement normal de l'essai.

II. — OBSERVATIONS EFFECTUÉES EN 1954

Après avoir réalisé, au cours de l'année 1953, quelques contrôles préliminaires dans le but de nous rendre compte de la possibilité de forçage des yeux latents, des ablations systématiques ont été effectuées tous les 15 jours environ à partir du 1er juin 1954 sur deux cépages, *Gewurztraminer* et *Riesling*, avec les résultats suivants :

Niveau du 5e bourgeon (à partir de la base du rameau) : seules les ablations du 1er juin ont provoqué des départs. Sur 6 cas une seule pousse de *Riesling* présente une inflorescence.

Niveau du 10e bourgeon :

— ablations du 17 juin : 2 pousses de *Riesling* sur 3 possèdent une inflorescence ; les 3 rameaux de *Gewurztraminer* sont stériles.

— ablations du 30 juin : tous les rameaux montrent une à deux inflorescences.

Niveau du 15e bourgeon :

— ablations du 30 juin : sur *Riesling* toutes les pousses sont fructifères, 1 sur 3 seulement sur *Gewurztraminer* ;

— ablations du 12 juillet ; la moitié des pousses développées sur chaque cépage porte des inflorescences.

Niveau du 20e bourgeon : à la suite des ablations du 5 août, 2 des 4 rameaux partis sont fertiles.

En tenant compte du décalage de 2 à 3 semaines qui s'écoule en

(1) Il est également possible de rechercher la présence d'ébauches florales dans les bourgeons, par dissections ou par examen microscopique de coupes effectuées dans ces organes. Ces techniques se sont cependant avérées moins rapides et plus imprécises que l'observation directe des initiums.

général entre la date des ablations et celle des débourrements, on se rend compte que la mise à fruit semble avoir commencé vers la mi-juin dans les bourgeons de la base pour se poursuivre jusqu'en août vers l'extrémité des rameaux. Il apparaît d'autre part que le phénomène a été un peu plus précoce chez le *Riesling* que chez le *Gewurztraminer*. Pour nous repérer par rapport à un stade phénologique déterminé, précisons que la floraison des 2 cépages s'est déroulée entre le 17 et le 28 juin.

III. — OBSERVATIONS EFFECTUÉES EN 1955

Une expérience analogue à celle de l'année précédente a été réalisée sur les cépages *Gewurztraminer* et *Pinot blanc*. Les ablations ont eu lieu aux dates suivantes : 15 mai, 2, 15, et 20 juin, 12 et 26 juillet et le 8 août.

Les premières inflorescences sur des pousses issues du 5e bourgeon ont pu être observées sur *Gewurztraminer* après les ablations du 15 juin. Par la suite les rares débourrements qui se sont encore produits étaient porteurs d'ébauches florales chez les deux cépages.

En ce qui concerne le 10e bourgeon, des inflorescences ont commencé à apparaître après les ablations du 29 juin et se sont généralisées après le 12 juillet.

A la suite du 29 juin une pousse sur six de *Gewurztraminer* provenant du 15e bourgeon portait également une inflorescence, mais ce n'est qu'après le 26 juillet que la fertilité a été générale à ce niveau chez les deux variétés.

La fertilité des bourgeons latents du 2e rang ne s'est manifestée que sur *Gewurztraminer* à la suite des ablations du 26 juillet. Il est d'ailleurs fort possible qu'à ce niveau une forte proportion des yeux latents reste habituellement infertile.

En résumé on constatera qu'en 1955 l'époque de formation des grappes primordiales coïncide avec celle de 1954.

IV. — OBSERVATIONS EFFECTUÉES EN 1956

A côté du *Gewurztraminer* qui a été conservé à titre de témoin, une dernière série de contrôles a été effectuée sur *Chasselas*. Là encore aucun fait n'est venu contredire les observations des deux années précédentes :

— Au niveau du 5e bourgeon, des débourrements suivis d'un développement suffisant n'ont pu être provoqués que par les ablations des 19 mai et 4 juin. Dans aucun de ces cas la mise à fruits n'avait encore eu lieu.

Au niveau du 10e bourgeon, la majorité des yeux débourrés après les ablations des 3, 16 et 30 juillet était fructifère.

Au niveau du 15e œil, les bourgeons qui se sont développés à la suite des ablations du 18 juin étaient encore infertiles. Après le 3 juillet 1 pousse de *Gewurztraminer* sur 4 présentait une inflorescence. Après le 16 juillet la fertilité était générale.

Au niveau du 20e bourgeon aucune inflorescence n'a pu être observée.

V. — CONCLUSIONS

Les constatations que nous avons pu effectuer de 1953 à 1956 sont non seulement concordantes entre elles mais également avec celles des chercheurs cités en tête de ce chapitre.

Compte tenu de très légères différences dues aux cépages analysés et aux conditions du milieu, il semble bien que *les inflorescences primordiales commencent à se former vers la mi-juin dans les yeux latents de la base des rameaux herbacés*. A cette époque qui coïncide à peu près avec la floraison ces rameaux possèdent environ 10 à 15 feuilles et mesurent en moyenne 40 à 80 cm. *Par la suite les ébauches florales se forment progressivement dans les bourgeons supérieurs* à une allure assez rapide. En effet, courant août, tous les bourgeons primaires destinés à être fertiles paraissent être en possession de leurs inflorescences primordiales.

Signalons enfin que les inflorescences observées sur les rameaux provenant des départs anticipés d'yeux latents l'année même de leur formation, n'arrivent que rarement au stade floraison proprement dit. En général elles se dessèchent rapidement et tombent.

Chapitre II

FERTILITÉ DES BOURGEONS LATENTS DES SARMENTS FERTILES

I. — VARIATIONS DE LA FERTILITÉ DES BOURGEONS PRIMAIRES

A. — Généralités.

Comme nous l'avons déjà signalé, la grande majorité de la végétation d'une souche de vigne se développe à partir des yeux latents des sarments fertiles conservés à la taille et les indications bibliographiques sur la fertilité des bourgeons concernent en général ce type de bourgeon. Peu de cépages ont d'ailleurs été contrôlés systématiquement à ce sujet.

M. N. Nedeltcheff (56) a étudié la fertilité des bourgeons du *Dattier de Beyrouth*, aucun chiffre n'est cependant cité. M. Laporte (47) a effectué des comptages de grappes sur *Chasselas de Fontainebleau*,

Pinot, Dattier de Beyrouth, Cinsaut, Grenache, Aramon et *Muscat d'Alexandrie*. L'absence de chiffres décimaux dans les chiffres cités prouve qu'il n'a malheureusement observé qu'un sarment par variété ce qui est nettement insuffisant. J. Branas, G. Bernon et L. Levadoux (11) signalent qu'il peut y avoir plus de deux grappes par bourgeon chez *V. Berlandieri* Planch, *V. riparia* Michx., *V. rupestris* Scheele, *V. Labrusca* L. ou au contraire beaucoup moins, comme par exemple un clone de *Sultanine* à Montpellier qui ne porte qu'un ou deux bourgeons fertiles par sarment, les autres bourgeons ne contenant pas de grappes.

R. Zillig et T. Heymer (73) ont effectué des analyses de fertilité beaucoup plus précises. Les moyennes calculées à partir de leurs résultats sont les suivantes :

Riesling	1,98
Elbling blanc	1,52
Perle de Csaba	1,15
Rulander (Pinot gris)	1,92
Scheu-Rebe	1,27

En ce qui nous concerne nous avons procédé, d'une part à une détermination précise de la fertilité des principaux cépages cultivés en Alsace, d'autre part à des contrôles de fertilité dans une petite collection d'hybrides producteurs de Wintzenheim et dans la collection ampélographique de Bergheim.

Notre méthode d'investigation a été la suivante : au cours des mois de mai et de juin nous avons simplement dénombré, sur les souches dont nous désirions contrôler la fertilité, le nombre d'inflorescences normalement constituées des rameaux issus des bourgeons qui se trouvaient sur les longs bois conservés à la taille. En conséquence les résultats recueillis une année donnée (dates de nos tableaux) se rapporteront toujours à *l'initiation florale* de l'année précédente.

B. — Fertilité des principaux cépages alsaciens.

Les résultats qui vont suivre étant destinés à donner un aperçu de la valeur d'ensemble du *caractère génétique « fertilité »* des variétés étudiées, nous ne ferons pas mention des conditions du milieu (fertilité du sol, climat, porte-greffe, etc). que nous avons fait varier dans la mesure du possible et dont l'influence sera examinée ultérieurement. Il importe cependant de signaler que chaque série d'observations (colonnes des tableaux) a été réalisée sur des souches du même âge et dans des conditions de milieu identiques, de sorte qu'il nous a été possible d'analyser statistiquement les chiffres obtenus selon la méthode classique des « blocs », ces derniers étant au nombre de 3 (Colmar, Ribeauvillé et Bergheim).

Le tableau X donne les résultats des contrôles effectués à Colmar en 1953 et en 1954, à Ribeauvillé et à Bergheim en 1954, et la plus petite différence significative (au seuil de probabilité de 0, 05) est de 0, 27. En d'autres termes on dira que, compte tenu de toutes les causes incontrôlables de variation, la fertilité moyenne de deux variétés peut être considérée comme réellement distincte lorsque leur différence de fertilité atteint ou dépasse 0,27.

TABLEAU X

Fertilité moyenne des bourgeons latents primaires à Colmar (1953, 1954), *Ribeauvillé et Bergheim* (1954).

Cépages	Colmar		Ribeauvillé 1954	Bergheim 1954	Moyennes 1954
	1953	1954			
Sylvaner	1,47	1,77	1,94	1,96	1,89
Riesling	1,30	1,55	1,65	1,92	1,71
Auxerrois	1,13	1,40	1,75	1,71	1,62
Chasselas	1,35	1,19	1,55	1,72	1,48
Gewurztraminer	1,13	1,41	1,47	1,40	1,42
Pinot blanc	0,92	1,20	1,63	1,29	1,37
Pinot gris	1,10	0,96	1,47	1,40	1,33
Muscat Ottonel	1,12	1,35	—	1,98	—
Muller-Thurgau	1,27	1,72	—	—	—
Knipperlé	1,17	1,64	—	—	—

De même les seuils de signification des années ultérieures s'établissent comme suit :

1955 : 0,32 (tableau XI).

1956 : 0,18 (tableau XII).

1957 : 0,28 (tableau XIII).

L'analyse globale de ces 4 essais montre enfin que les variétés en question ne se sont pas comportées différemment à l'égard des conditions annuelles d'expérimentation, qu'il n'y a donc pas eu d'intéraction entre les cépages et les années. Dans ces conditions le seuil de signification a pu être ramené à 0,124 et les moyennes générales de fertilité, calculées à partir de 4 000 à 5 000 contrôles individuels de bourgeons par cépage, sont les suivantes :

Riesling	1,730
Sylvaner	1,696
Auxerrois	1,417
Chasselas	1,403
Gewurztraminer	1,337
Pinot blanc	1,230
Pinot gris	1,197

Pratiquement on peut distinguer 3 groupes de fertilité :

1. — *Riesling et Sylvaner* qui dépassent très largement toutes les autres variétés.

2. — *Auxerrois, Chasselas* et *Gewurztraminer.*

3. — *Pinot blanc* et *Pinot gris.*

TABLEAU XI

Fertilité moyenne des bourgeons latents primaires à Colmar, Ribeauvillé et Bergheim en 1955.

Cépages	Colmar	Ribeauvillé	Bergheim	Moyennes
Sylvaner	1,87	1,65	1,69	1,74
Riesling	1,64	1,60	1,77	1,67
Auxerrois	1,29	1,47	1,45	1,40
Chasselas	1,64	1,34	1,21	1,39
Gewurztraminer	1,25	1,62	1,20	1,35
Pinot blanc	1,27	1,30	1,27	1,28
Pinot gris	1,02	1,05	1,46	1,18
Muscat Ottonel	1,67	—	—	—
Muller-Thurgau	1,68	—	—	—
Knipperlé	1,72	—	—	—

TABLEAU XII

Fertilité moyenne des bourgeons latents primaires à Colmar, Ribeauvillé et Bergheim en 1956.

Cépages	Colmar	Ribeauvillé	Bergheim	Moyennes
Sylvaner	1,65	1,59	1,61	1,62
Riesling	1,52	1,68	1,88	1,69
Auxerrois	1,21	1,39	1,32	1,31
Chasselas	1,51	1,37	1,34	1,41
Gewurztraminer	1,17	1,23	1,31	1,24
Pinot blanc	0,93	1,13	1,21	1,09
Pinot gris	1,06	1,28	1,23	1,19

TABLEAU XIII

Fertilité moyenne des bourgeons latents primaires à Colmar, Ribeauvillé et Bergheim en 1957.

Cépages	Colmar	Ribeauvillé	Bergheim	Moyennes
Sylvaner	1,75	1,38	1,52	1.55
Riesling	1,72	1,88	1,97	1,86
Auxerrois	1,44	1,21	1,35	1,33
Chasselas	1,74	0,94	1,28	1,32
Gewurztraminer	1,47	1,18	1,32	1,32
Pinot blanc	1,18	1,19	1,18	1,18
Pinot gris	1,27	0,98	1,17	1,14

C. — Observations supplémentaires.

A Wintzenheim, des vérifications de fertilité ont été effectuées de 1954 à 1957, dans une petite collection d'hybrides-producteurs et l'on peut se rendre compte (tableau XIV) que la mise à fruits de la majorité des variétés a été supérieure à celle des viniferas.

Il en a été de même avec les hybrides-producteurs de la collection

ampélographique de Bergheim (tableau XV) où les variétés déjà analysées à Wintzenheim présentent une fertilité comparable.

Du fait de leur jeune âge, les cépages de *V. vinifera* de cette collection n'ont pu être contrôlés qu'une seule fois, en 1957 (tableau XVI). Malgré cette absence de répétition il nous a semblé opportun de présenter ici ces résultats. En effet l'ordre de classement des cépages alsaciens y est sensiblement le même que celui établi plus haut, de sorte qu'on peut admettre que les chiffres recueillis sur les autres variétés ne sont pas dénués de valeur. Il importe cependant de signaler qu'il s'agit là d'une première mise à fruits régulière où la fertilité des bourgeons est en général nettement plus élevée que sur des plantes plus âgées, par suite de la très grande vigueur des rameaux de ces jeunes souches.

Dans le tableau XVII on trouvera enfin les fertilités 1956 et 1957 de quelques espèces américaines du genre *Vitis*.

Tableau XIV

Fertilité d'hybrides producteurs, Wintzenheim 1954 *à* 1957.

Hybrides	1954	1955	1956	1957	Moyennes
187-1 K	2,72	2,32	2,34	2,21	2,80
188-2 K	2,48	2,48	2,43	2,31	2,42
194-2 K	2,57	2,33	1,98	2,31	2,30
237-2 K	2.80	2,39	2,28	2,23	2,42
319-3 K	2,89	2,41	2,06	2,26	2,40
1000 S	2,56	2,08	2,09	2,01	2,18
4986 S	1,87	1,81	2,09	1,51	1,82
5455 S	1,34	1,79	1,83	1,54	1,62
14664 S	1,04	1,44	1,47	1,65	1,40
25874 B.S	2,01	1,79	—	2,07	1,96
5247 S.V	1,86	1,69	1,82	1,79	1,79
5276 S.V	2,27	1,74	1,49	2,07	1,89
19233 S.V	2,59	1,85	1,44	2,79	2,17
14287 S.V	2,34	1,75	1,97	1,97	2,00
19410 S.V	1,68	1,91	1,88	2,05	1,88
4503 Bu	2,41	2,37	1,38	2,28	2,11
4672 Bu	1,86	1,89	1,70	1,82	1,82
6 R	2,81	—	2,03	2,54	1,84
262 R	2,56	—	—	1,85	2,20

II. — FLUCTUATION DE LA FERTILITÉ DES BOURGEONS PRIMAIRES

A. — Position du problème.

La fertilité des bourgeons, variable avec leur position sur la souche, dépend également du milieu dans lequel vit la plante. Les viticulteurs s'intéressent beaucoup à cette fluctuation ; suivant les cas et les années ils disent que la *sortie* est bonne, moyenne ou mauvaise. Le déterminisme de cette fluctuation a été recherché par divers auteurs.

L. Moreau et E. Vinet (53), E. Vinet (69), Koevessi (42, 43),

Tableau XV

Fertilité d'hybrides-producteurs, Bergheim 1956 *et* 1957.

Hybrides	1956	1957	Moyennes
65-1 K.	2,33	2,21	2,27
149-3 K.	2,01	2,45	2,23
237-2 K.	1,87	2,31	2,09
188-2 K.	1,18	2,11	1,64
191-2 K.	2,10	1,98	2,04
192-2 K.	2,20	2,10	2,15
194-2 K.	0,71	1,93	1,32
193-3 K.	0,62		
237-1 K.	1,88	2,55	2,21
187-1 K.	2,19	2,15	2,17
252-1 K.	0,96	2,06	1,51
252-3 K.	1,78	1,92	1,85
267-1 K.	2,10	1,84	1,97
275-2 K.	2,39	3,02	2,70
272-1 K.	1,77	2,20	1,98
296-1 K.	1,29	2,44	1,86
277-2 K.	0,73	1,83	1,28
278-2 K.	1,21	1,61	1,41
319-3 K.	1,76	2,07	1,91
477-1 K.	0,76	1,94	1,35
702 A Ob.	1,61	1,62	1,61
595 Ob.	1,74	1,67	1,70
604 Ob.	1,85	2,24	2,04
605 Ob.	1,85	1,50	1,67
582 Ob.	1,12	1,81	1,46
1 Baco	2,14	2,10	2,12
22 A Baco	2,17	2,00	2,08
2 Gaillard	1,55	1,20	1,37
1 000 S.	2,02	1,63	1,82
2 653 S.		1,59	
4 643 S.		1,86	
4 986 S.	1,27	1,49	1,38
5 409 S.	0,91	1,69	1,30
5 279 S.	1,68	1,65	1,66
5 437 S.	1,37	2,51	1,94
5 455 S.	1,31	1,45	1,38
7 053 S.	1,80	1,90	1,85
8 366 S.	1,63	1,48	1,55
8 745 S.	3,02	2,26	2,64
10 096 S.	0,80	1,54	1,17
9 110 S.	1,53	1,84	1,68
10 878 S.	0,80	2,41	1,60
14 664 S.	1,09	1,62	1,35
3 160 S.V.	1,35		
5 247 S.V.	1,65	1,59	1,62
5 276 S.V.	1,36	2,02	1,69
12 286 S.V.	1,23	1,79	1,51
14 287 S.V.	1,96	1,98	1,97
18 283 S.V.	1,65	2,00	1,82
18 315 S.V.	1,51	1,64	1,57
18 402 S.V.	1,04	1,48	1,26
19 410 S.V.	1,65	1,71	1,68
20 366 S.V.		1,69	
20 473 S.V.		1,67	
23 657 S.V.		2,00	
6 R.	1,50	2,27	1,88
262 R.	1,01	1,79	1,40
3 Rudelin	1,17	1,98	1,57
2 282 Lt.	1,47	1,71	1,59
2 281 Lt.		1,90	
244 Lt.	1,83	2,12	1,97
204 Lt.	1,24	1,78	1,51
426 Ch.	1,20	1,51	1,35
Jacquez	1,07	1,62	1,34
Noah	2,16	1,40	1,78
4 687 Bu.	1,46	1,73	1,59
4 672 Bu.	1,58	2,30	1,94

Tableau XVI

Fertilité des cépages de V. vinifera L. Bergheim 1957.

Cépages	Fertilité	Cépages	Fertilité
Alicante Bouschet	1,65	Aligoté	1,75
Aramon	2,36	Auxerrois	1,52
Béclan	1,44	Bouchereau	0,85
Bouquet	2,26	Cabernet-Sauvignon	1,62
Carignan	1,14	Chardonnay	1,35
Chasselas blanc	1,14	Chasselas rose	1,24
Chenin blanc	1,06	Clairette	1,24
Corbeau	1,36	Elbling blanc	1,19
Elbling rouge	1,65	Enfariné	1,51
Folle blanche	2,00	Furmint	1,23
Gamay	2,21	Gamay fréaux	1,93
Gewurztraminer	1,60	Goldriesling	1,81
Gouais	1,62	Grand noir	1,33
Gueuche	1,32	Joubertin	1,04
Jurançon	1,80	Knipperlé	1,90
Limberger	1,30	Madeleine angevine	1,50
Madeleine royale	1,80	Marsanne	1,45
Mauzac	1,40	Merlot	1,45
Meslier	1,21	Meunier	1,79
Mondeuse	1,50	Morillon	1,67
Muller-Thurgau	2,31	Muscat Ottonel	1,69
Perle de Gsaba	1,31	Pinot blanc	1,33
Pinot gris	1,42	Pinot noir	1,71
Pinot tête de nègre	1,60	Pinot violet	1,76
Ploussart	1,58	Portugais bleu	1,76
Précoce de Malingre	1,53	Riesling	2,25
Rotgipfler	1,71	Roussette	1,46
Sauvignon	1,29	Savagnin blanc	1,47
Sémillon	1,05	Sylvaner blanc	1,86
Sylvaner rouge	2,10	Syrah	1,47
Trollinger	1,82	Trousseau	1,70
Ugni blanc	1,17	Welschriesling	1,58
Wildbacher	2,95	Zierfandler	1,73

Tableau XVII

Fertilité de quelques espèces américaines de Vitis. Bergheim 1956 *et* 1957.

Dénominations	1956	1957
Riparia gloire de M	2,43	2,38
Riparia grand glâbre	1,85	1,77
Rupestris géant	2,01	2,09
Rupestris du Lot	2,17	2,09
V. Labrusca (Isabelle)	2,03	2,45
V. Aestivalis	1,78	2,01
Berlandieri 112	2,11	2,27
Berlandieri 43	1,52	1,30
V. Cordifolia	0,84	0,56
V. Rubra	1,99	2,19
V. Arizonica	2,21	2,37

C. Barnard et J. E. Thomas (3), ayant constaté une corrélation entre la richesse en matière de réserves des souches et la fertilité des bourgeons, pensent que cette dernière est, en grande partie, liée à l'accumulation plus ou moins grande de réserves dans la plante. Mais cette accumulation ne se produit qu'au moment de l'aoûtement du bois, alors que le nombre

de grappes est déjà fixé. J. Branas, G. Bernon et L. Levadoux (11) ont montré que, sur une souche déterminée, « la sortie » N/x (N = nombre de grappes, x = nombre d'yeux) dépend de la vigueur de l'année précédente chez cette même souche. P. Françot et J. Mauro (29) soulignent le rôle de la température sur la formation des inflorescences primordiales. Ils attribuent, en particulier, la mauvaise fertilité des yeux de la base observée en 1947, à des conditions météorologiques défavorables en juin 1946, c'est-à-dire au moment où les grappes primordiales auraient dû se former dans les bourgeons correspondants. Ces auteurs rappellent également qu'au moment de la fécondation, les inflorescences jouent vis-à-vis des bourgeons le rôle de concurrents vitaux qui doivent, semble-t-il, gêner la naissance des grappes dans les yeux en formation à cette époque.

Les viticulteurs admettent que la fluctuation de la fertilité, « la sortie », est plutôt une caractéristique de l'année, commune à toute une région. En exprimant cette opinion qui a une grande part de vrai, ils attribuent le plus grand rôle au facteur climatique. J. Branas, G. Bernon et L. Levadoux (11) ont cependant montré, sans approfondir la question, que l'action du vigneron sur la sortie était possible. Tenant compte de ces observations, il nous semble utile de reprendre ce problème et d'étudier divers cas, influençables ou non par l'homme, susceptibles de jouer un rôle dans la mise à fruits des bourgeons. On constatera d'ailleurs que ces points sont tous plus ou moins en relation avec la vigueur.

Pour terminer ce chapitre nous étudierons comparativement la fluctuation d'un certain nombre de variétés et verrons que leur comportement à cet égard n'est pas le même pour toutes.

B. — Fluctuation sur une même souche.

1. — Fluctuation d'après le rang des bourgeons sur les sarments.

La plupart des auteurs cités précédemment signalent que la fertilité des yeux croît de la base vers le milieu du sarment puis diminue de nouveau vers le sommet. G. Bernon (5) indique que chez l'*Aramon*, la richesse en grappes primordiales passe par un maximum vers le 8e-10e œil, puis décroît.

Dans les tableaux XVIII à XX nous avons fait figurer les moyennes de fertilité, d'après le rang des bourgeons, des cépages alsaciens et de quelques hybrides pour les années 1954 et 1955, les résultats observés en 1956 et 1957 étant d'ailleurs strictement identiques.

On constatera que ces observations concordent avec les faits cités par d'autres chercheurs. En 1954, le maximum de fertilité se situe vers le 5e-6e bourgeon chez le *Sylvaner*, le *Chasselas*, le *Gewurztraminer* et le

Pinot blanc, vers le 7e-9e œil chez le *Riesling*, l'*Auxerrois* et le *Pinot gris*. En 1955 ces maxima se trouvent vers le 7e-9e bourgeon chez tous les cépages, sauf chez le *Pinot blanc* où il s'établit vers le 4e-6e œil. Les hybrides-producteurs se sont comportés de façon analogue.

Tableau XVIII

Fluctuation de la fertilité des bourgeons primaires d'après le rang des yeux sur les sarments en 1954.

Cépages	Rang des bourgeons													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Sylvaner	1,22	1,76	1,99	2,22	2,22	2,09	2,06	1,93	1,85	1,84	1,79	1,72	1,60	1,15
Riesling	1,21	1,34	1,49	1,76	1,75	1,71	1,80	1,80	1,88	1,75	1,62	1,61	1,61	1,43
Auxerrois	1,24	1,61	1,76	1,60	1,73	1,63	1,81	1,81	1,82	1,69	1,63	1,35	1,18	1,18
Chasselas	0,75	1,10	1,43	1,73	1,79	1,81	1,55	1,68	1,56	1,60	1,38	1,27	1,10	0,65
Gewurztraminer	0,97	1,21	1,40	1,62	1,72	1,64	1,62	1,67	1,49	1,41	1,30	1,31	1,08	0,94
Pinot blanc	1,10	1,37	1,52	1,76	1,76	1,80	1,70	1,56	1.50	1,35	1,25	1,12	0,63	0,58
Pinot gris	0,86	1,29	1,26	1,28	1,30	1,39	1,37	1,33	1,38	1,31	1,18	1,17	0,94	0,82

L'existence de ce palier est parfaitement raisonnable car la formation des initiums floraux des bourgeons des rangs 5 à 10 se situe en général début juillet dans nos conditions de milieu et correspond à une période de développement optimum pour la vigne.

Tableau XIX

Fluctuation de la fertilité des bourgeons primaires d'après le rang des yeux sur les sarments en 1955.

Cépages	Rang des bourgeons													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Sylvaner	1,08	1,40	1,64	1,82	1,82	1'85	1,93	1,98	1,87	1,91	1,73	1,75	1,68	1,60
Riesling	1,07	1,49	1,64	1,75	1,78	1,78	1,84	1,82	1,88	1,87	1,74	1,80	1,75	1,66
Auxerrois	0,80	1,02	1,33	1,48	1,53	1,55	1,59	1,61	1,58	1,41	1,40	1,27	1,29	1,30
Chasselas	0,68	0,86	1,03	1,04	1,36	1,48	1,56	1,62	1,67	1,63	1,60	1,55	1,50	0,95
Gewurztraminer	0,76	0,91	1,00	1,05	1,09	1,13	1,20	1,32	1,34	1,36	1,50	1,49	1,33	1,36
Pinot blanc	1,20	1,34	1,31	1,36	1,48	1,38	1,31	1,27	1,34	1,23	1,29	1,20	1,14	1,04
Pinot gris	0,99	1,02	1,14	1,19	1,16	1,20	1,28	1,33	1,34	1,23	1,15	1,00	0,76	0,82

Selon les conditions climatiques de l'année ce palier peut évidemment être légèrement décalé d'une année à l'autre (cf. p. 145) influence des facteurs climatiques sur la fluctuation de la fertilité).

Avant cette époque le nombre de feuilles adultes des rameaux est encore réduit et il est logique d'admettre que le produit de l'activité photosynthétique des jeunes feuilles en voie de croissance est principalement utilisé sur place ce qui ne favorise certainement pas la formation des grappes primordiales des bourgeons de la base des sarments. D'autres

Tableau XX

Fluctuation de la fertilité des bourgeons primaires, d'après le rang des yeux, chez quelques hybrides producteurs en 1954 et 1955.

Variétés	Années	Rang des bourgeons												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
187-1 Kuhlmann.	1954	2,12	2,50	2,89	2,76	2,76	3,00	3,43	2,80	2,56	2,67	2,50	2,00	2,00
	1955	1,80	2,00	2,14	2,14	2,49	2,71	2,50	2,49	2,00	2,00	2,00	2,00	
194-2 Kuhlmann.	1954	2,11	2,29	2,84	2,88	3,26	3,23	3,00	2,88	2,34	2,15	2,25	2,00	2,00
	1955	2,00	2,12	2,30	2,34	2,40	2,40	2,62	2,43	2,61	2,00	2,00	1,50	2,00
1000 Seibel.....	1954	1,60	1,84	2,30	2,13	2,88	3,18	3,00	2,50	2,89	3,20	2,84	2,34	2,00
	1955	1,50	1,89	1,60	1,89	2,00	2,12	2,45	2,56	2,43	2,00	2,00	1,84	2,00
4986 Seibel.....	1954	1,50	1,86	2,00	1,90	1,90	2,00	2,11	1,90	1,50	1,67	1,50	1,25	1,00
	1955	1,43	1,50	1,50	1,72	1,86	1,89	2,00	2,14	2,00	2,00	2,00	2,00	
5247 Seyve-Villard	1954	1,50	1,79	1,75	1,86	1,88	2,00	2,20	2,15	1,85	2,00	2,00	1,75	1,72
	1955	0,71	1,86	1,80	1,86	2,00	2,14	2,00	1,67	2,00	2,00	1,83		
4503 Burdin.....	1954	1,67	2,00	2.62	2,57	2,75	3,00	2,75	2,50	2,20	2,29	2,33	2,33	1,50
	1955	1,67	1,50	2,00	2,00	2,00	2,22	2,34	2,87	2,68	2,60	2,00	2,00	

facteurs tels que des conditions climatologiques plus ou moins favorables et la longueur des jours peuvent, de même, jouer un rôle en cette matière. A ce sujet il importe de signaler que la fertilité des bourgeons de la base varie également selon les cépages, ceux du Gewurztraminer et du Chasselas étant, par exemple, moins fructifères que ceux des autres cépages alsaciens. Dans notre contrée où l'on pratique une taille longue ce fait peut être tenu pour négligeable. Il n'en est cependant pas de même dans les régions où l'on applique des tailles courtes.

Sur des sarments analysés isolément la fluctuation de la fertilité des yeux dépend évidemment de leur développement, le palier des maxima étant beaucoup plus long sur rameaux vigoureux que sur rameaux faibles.

Dans l'ensemble, nos contrôles n'ont pas dépassé le 14e bourgeon car nous ne disposions en général que d'un nombre restreint de résultats au-delà de ce niveau qui correspond à la longueur de taille habituelle. Les observations que nous avons cependant eu l'occasion de faire à ce propos, montrent que la fertilité décroît de plus en plus rapidement pour disparaître totalement vers le 20e-30e bourgeon.

Tableau XXI

Relation entre la fertilité et le diamètre des sarments d'une même souche, Colmar 1955.

Cépages	Souches	Sarments	Diamètre (mm)	Fertilité	Cépages	Souches	Sarments	Diamètre (mm)	Fertilité
Sylvaner . .	1	a	12,0	1,84	Chasselas . .	1	a	8,9	2,17
		b	11,4	1,64			b	6,8	1,24
	2	a	11,9	1,92		2	a	11,2	1,75
		b	10,2	1,88			b	9,9	1,54
	3	a	10,9	1,77		3	a	11,9	1,54
		b	10,9	1,70			b	7,4	0,84
	4	a	14,8	2,34		4	a	8,8	1,93
		b	11,4	1,70			b	8,8	1,75
	5	a	11,2	2,15		5	a	8,2	2,00
		b	8,9	1,85			b	9,2	1,98
	6	a	10,8	1,88		6	a	6,9	1,41
		b	11,6	1,85			b	9,3	1,80
Pinot blanc	1	a	12,3	1,93	Gewurztraminer	1	a	8,5	0,97
		b	8,7	1,91			b	11,1	1,71
	2	a	8,9	1,66		2	a	10,9	1,00
		b	7,9	1.43			b	12,5	2,00
	3	a	9,7	1,66		3	a	10,0	1,33
		b	6,8	1,00			b	8,5	1,07
	4	a	8,1	1,00		4	a	10,4	1,20
		b	10,8	1,12			b	11,4	1,66
	5	a	11,4	1,91		5	a	10,0	1,02
		b	10,2	1,40			b	13,7	1,57
	6	a	11,0	1,54		6	a	9,5	1,08
		b	8,0	0,79			b	10,7	1,41

2. — Fluctuation de la fertilité sur les différents sarments d'une souche.

La fertilité moyenne des bourgeons des différents sarments d'une même plante présente également une fluctuation fort importante.

Dans une première série d'observations (tableau XXI) nous avons comparé, sur un certain nombre de souches de 4 cépages, la fertilité moyenne des bourgeons primaires des 2 sarments *a* et *b* qui avaient été conservés comme branches à fruits au moment de la taille. Ces chiffres, mis en parallèle avec le plus grand diamètre de ces sarments, mettent en

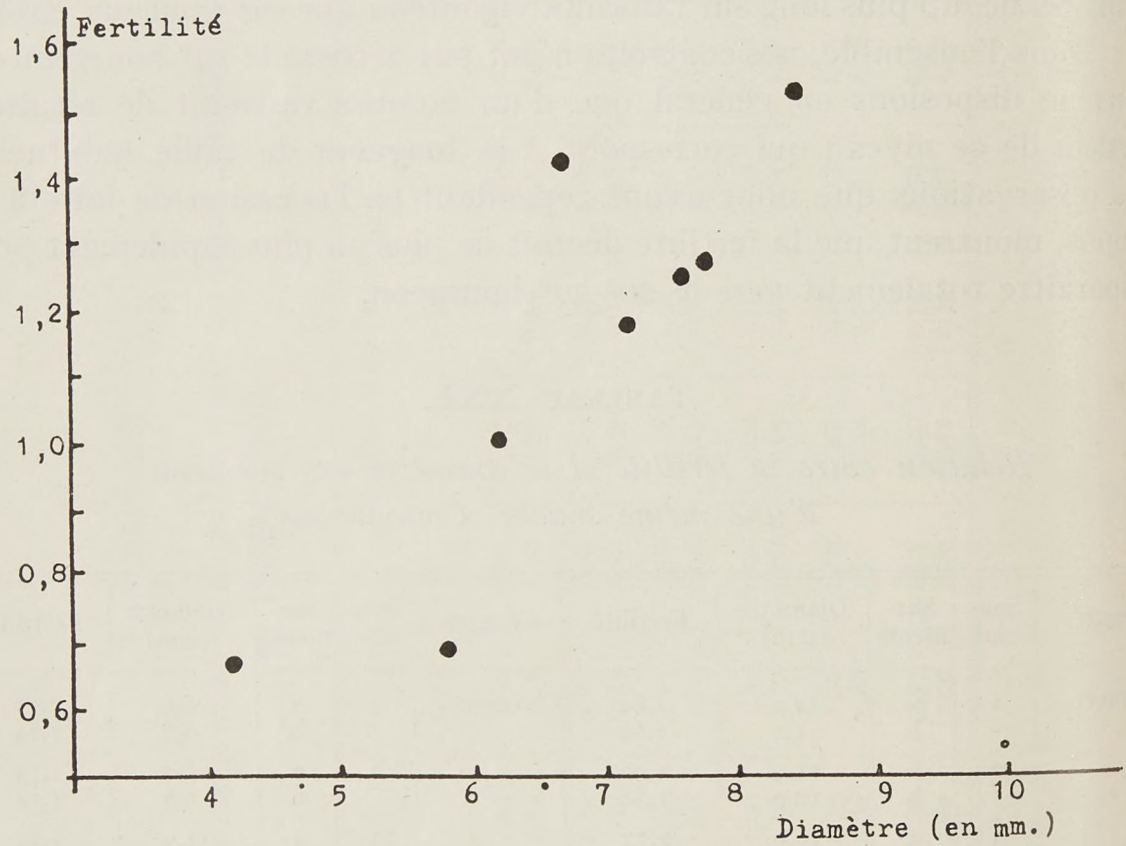


FIG. 9. — Corrélation entre la fertilité des bourgeons et le diamètre des sarments d'une souche.

évidence que le plus vigoureux de ces derniers est également celui dont les bourgeons présentent la plus grande fertilité (sur les 24 plantes analysées, 2 cas seulement font exception à cette règle).

La même fluctuation a pu être vérifiée avec plus de précision encore sur des souches que nous avons laissées non taillées en 1955 et en 1956. Le contrôle de la fertilité a ainsi été rendu possible sur 6 à 10 sarments par souche, ce qui nous a permis de calculer la corrélation entre la fertilité et la vigueur des différents rameaux d'une même souche.

— En 1955 deux souches de *Riesling* ont ainsi été analysées. Sur la première qui comprenait 8 sarments (fig. 9) le coefficient de corrélation r est de + 0,84. La valeur limite de signification à P = 0,05 et pour 6 degrés de liberté est de 0,71 et se trouve donc largement dépassée. Sur

la seconde (fig. 10) avec 9 sarments ($r = + 0,93$) la corrélation est encore plus poussée (Seuil de signification pour 7 degrés de liberté à P = 0,05 : 0,67).

— En 1956 nous avons effectué les mêmes calculs sur 3 souches de *Riesling*, une d'*Auxerrois* et une de *Pinot gris* (tableau XXII). Les coefficients de corrélation y sont tous très significatifs et du même ordre de grandeur que l'année précédente (0,84 à 0,94).

Sur une même souche, la fertilité moyenne des bourgeons des sarments est donc intimement liée à la vigueur de ces derniers.

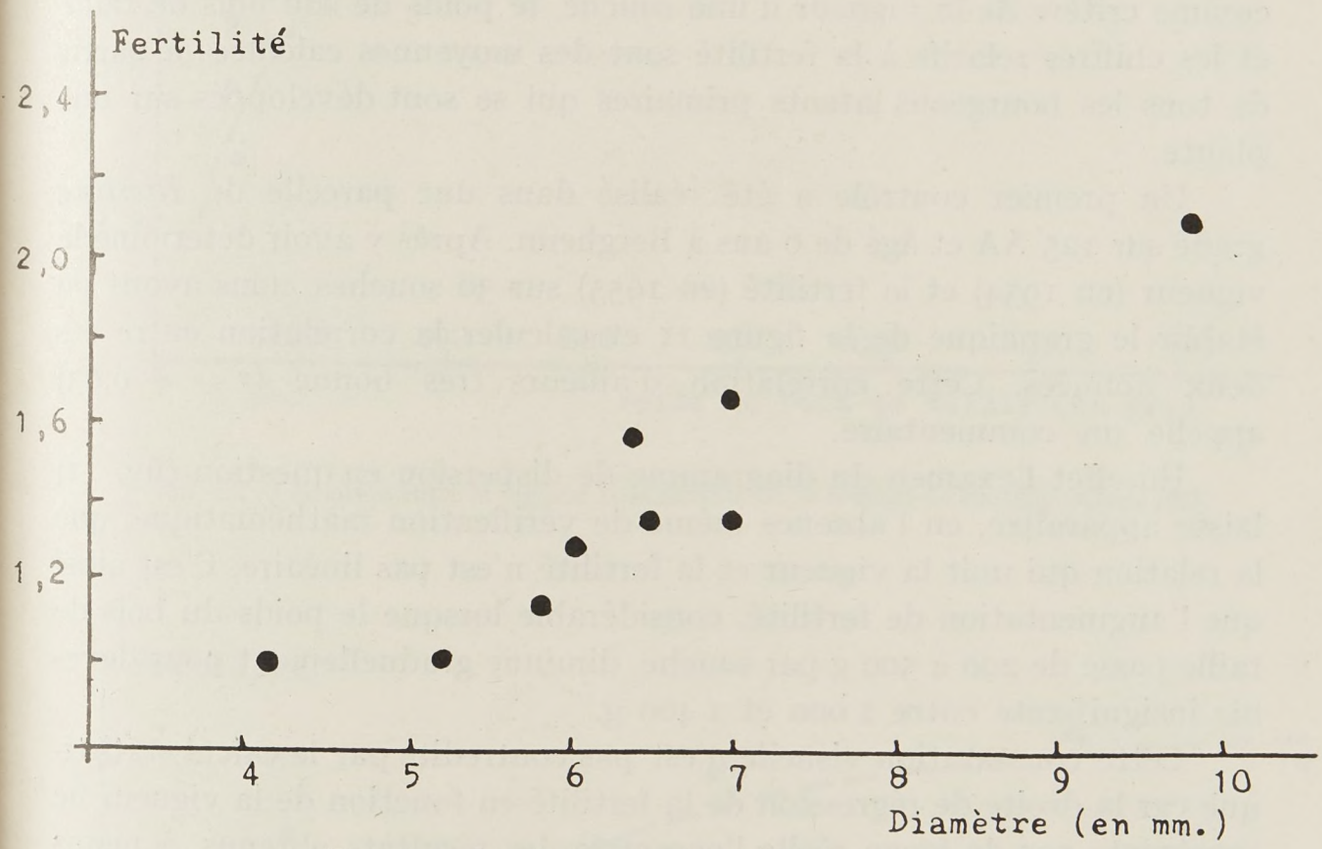


FIG. 10. — Corrélation entre la fertilité des bourgeons et le diamètre des sarments d'une souche.

TABLEAU XXII

Corrélation entre la fertilité moyenne et le diamètre des sarments (1956).
(a = *diamètre des sarments en mm*, b = *fertilité*.)

Sarments	Riesling		Riesling		Riesling		Auxerrois		Pinot gris	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1	7,0	1,00	6,5	1,00	10,2	2,00	6,8	1,12	7,4	0,98
2	6,4	1,50	9,8	2,07	9,2	1,87	7,4	1,20	5,6	0,76
3	7,2	1,38	9,0	1,83	8,0	1,70	10,2	1,62	9,8	1,42
4	10,8	2,36	9,6	1,80	8,8	1,85	5,2	1,10	10,0	1,40
5	7,8	1,48	5,7	0,86	10,2	1,67	9,6	1,65	6,4	1,00
6	10,2	1,82	10,0	1,75	10,0	1,90	6,4	1,18	6,4	1,16
7			7,3	1,22	6,2	1,30	8,0	1,25	8,2	1,24
8			8,2	1,55	7,8	1,40	9,2	1,46	7,0	1,26
9			10,0	1,90			5,8	0,95		
10			9,0	1,54						
Corrélation	r = + 0,86		r = + 0,94		r = + 0,85		r = + 0,94		r = + 0,84	

C. — Fluctuation de la fertilité des différentes souches d'une même variété établies dans une milieu identique.

L'analyse de cette fluctuation et de sa relation avec la vigueur a été effectuée dans des parcelles homogènes réunissant des conditions de milieu (sol, climat, porte-greffe et espacement) aussi identiques que possible.

Comme nous l'avons signalé dans l'introduction, nous utilisons comme critère de la vigueur d'une souche, le poids de son bois de taille et les chiffres relatifs à la fertilité sont des moyennes calculées à partir de tous les bourgeons latents primaires qui se sont développés sur une plante.

Un premier contrôle a été réalisé dans une parcelle de *Riesling* greffé sur 125 AA et âgé de 6 ans à Bergheim. Après y avoir déterminé la vigueur (en 1954) et la fertilité (en 1955) sur 30 souches, nous avons pu établir le graphique de la figure 11 et calculer la corrélation entre ces deux données. Cette corrélation d'ailleurs très bonne ($r = + 0{,}83$) appelle un commentaire.

En effet l'examen du diagramme de dispersion en question (fig. 11) laisse apparaître, en l'absence même de vérification mathématique, que la relation qui unit la vigueur et la fertilité n'est pas linéaire. C'est ainsi que l'augmentation de fertilité, considérable lorsque le poids du bois de taille passe de 200 à 500 g par souche, diminue graduellement pour devenir insignifiante entre 1 000 et 1 400 g.

Cette constatation visuelle n'est pas contredite par le calcul statistique car la droite de régression de la fertilité en fonction de la vigueur ne représente pas de façon réelle l'ensemble des résultats obtenus, à moins d'effectuer une transformation de coordonnée et d'utiliser, par exemple, l'échelle logarithmique pour les poids du bois de taille ($x = \log.$ P.). Dans ce cas on obtient bien une régression linéaire valable ce qui est bien la preuve que nous avons affaire à une régression originellement curvilinéaire. La courbe tracée sur le diagramme de la figure 11 (il en est de même pour les figures 12 à 16) ne prétend d'ailleurs pas représenter cette courbe de régression, elle souligne simplement le caractère curvilinéaire de la relation étudiée.

De 1955 à 1957 nous avons cherché à vérifier ce fait sur différentes variétés de *V. vinifera* et d'hybrides-producteurs. Les figures 12 à 16 et le tableau XXIII montrent que le coefficient de corrélation reste du même ordre de grandeur dans tous les cas analysés et qu'il en est de même du caractère curvilinéaire de la relation.

Du point de vue technique on retiendra que la fertilité des bourgeons de la vigne est en corrélation très étroite avec la vigueur mais qu'un excès

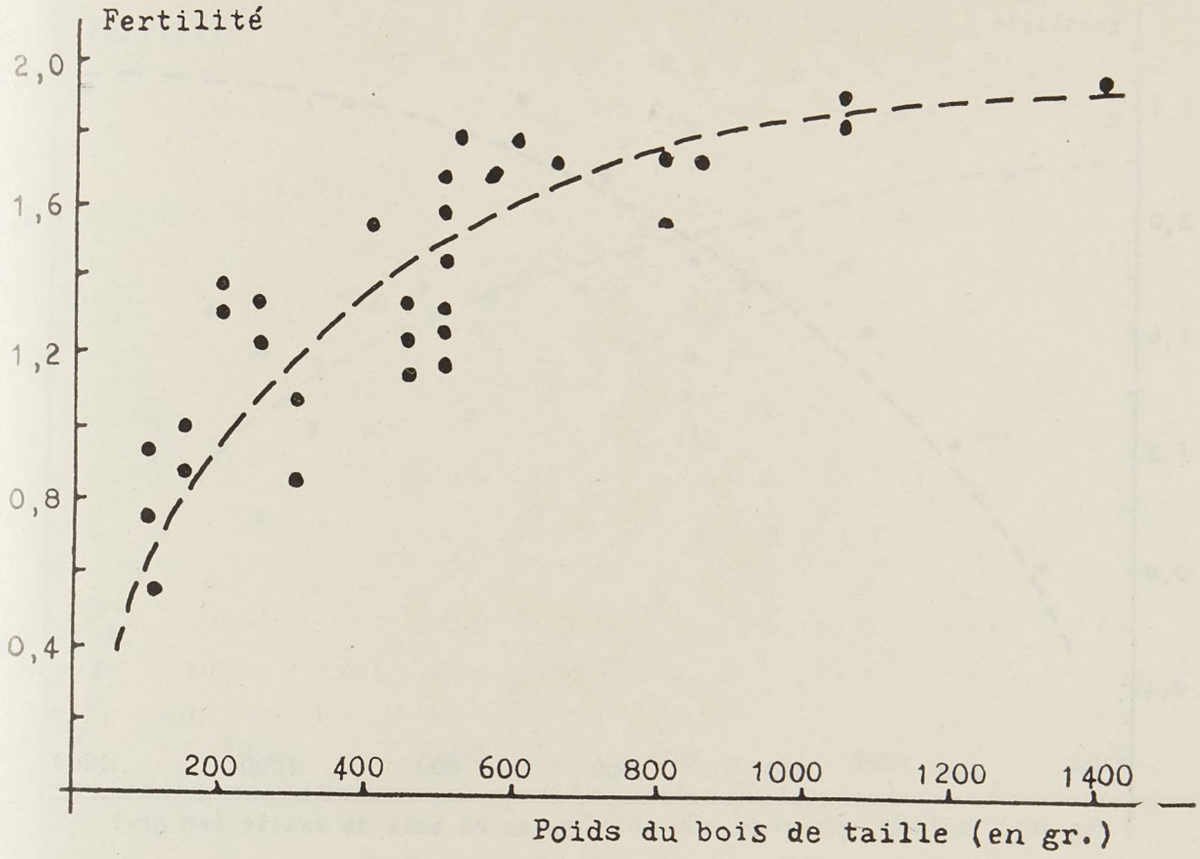


FIG. 11. — Relation entre la vigueur et la fertilité de 30 souches de Riesling (1954-1955).

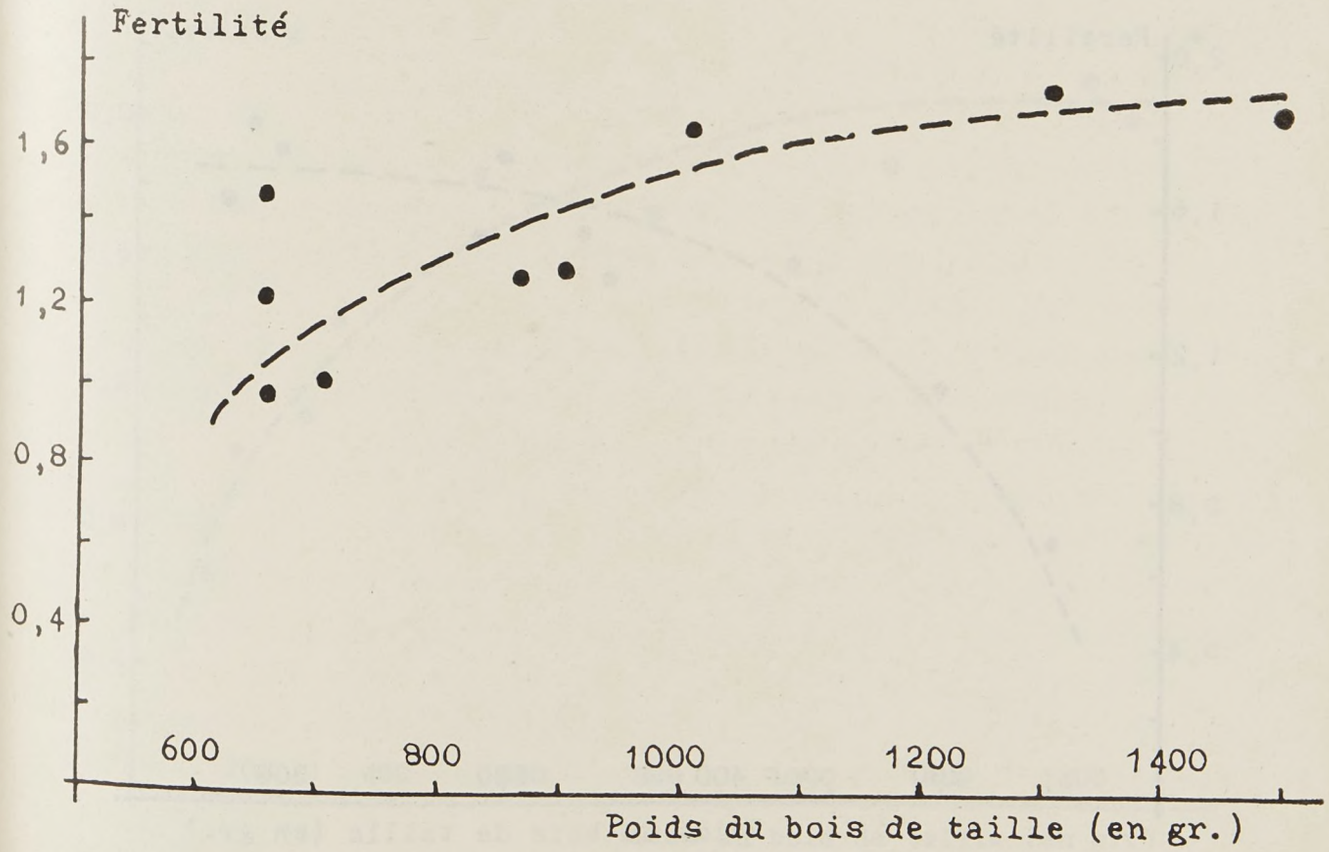


FIG. 12. — Relation entre la vigueur et la fertilité de souches d'Auxerrois (1955-1956).

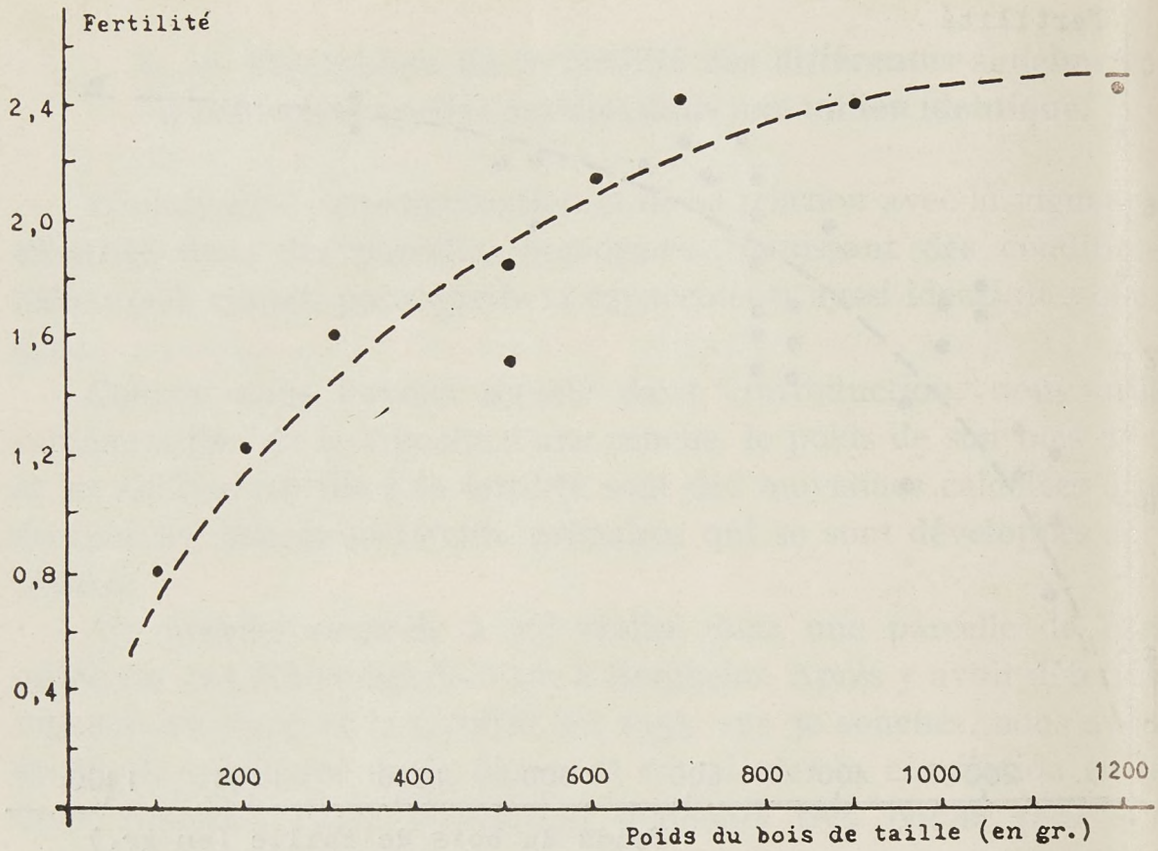


FIG. 13. — Relation entre la vigueur et la fertilité de souches de 188-2 K. (1955-1956).

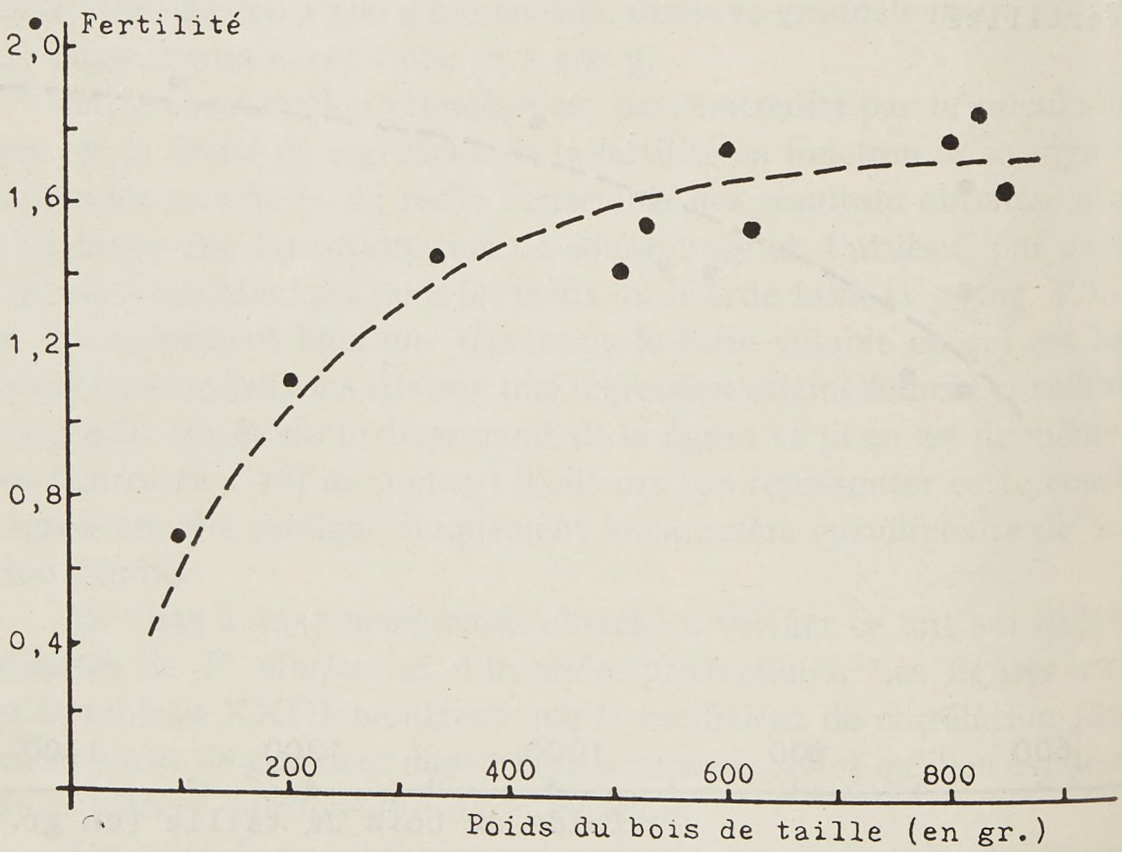


FIG. 14. — Relation entre la vigueur et la fertilité de souches de 5455 S. (1955-1956).

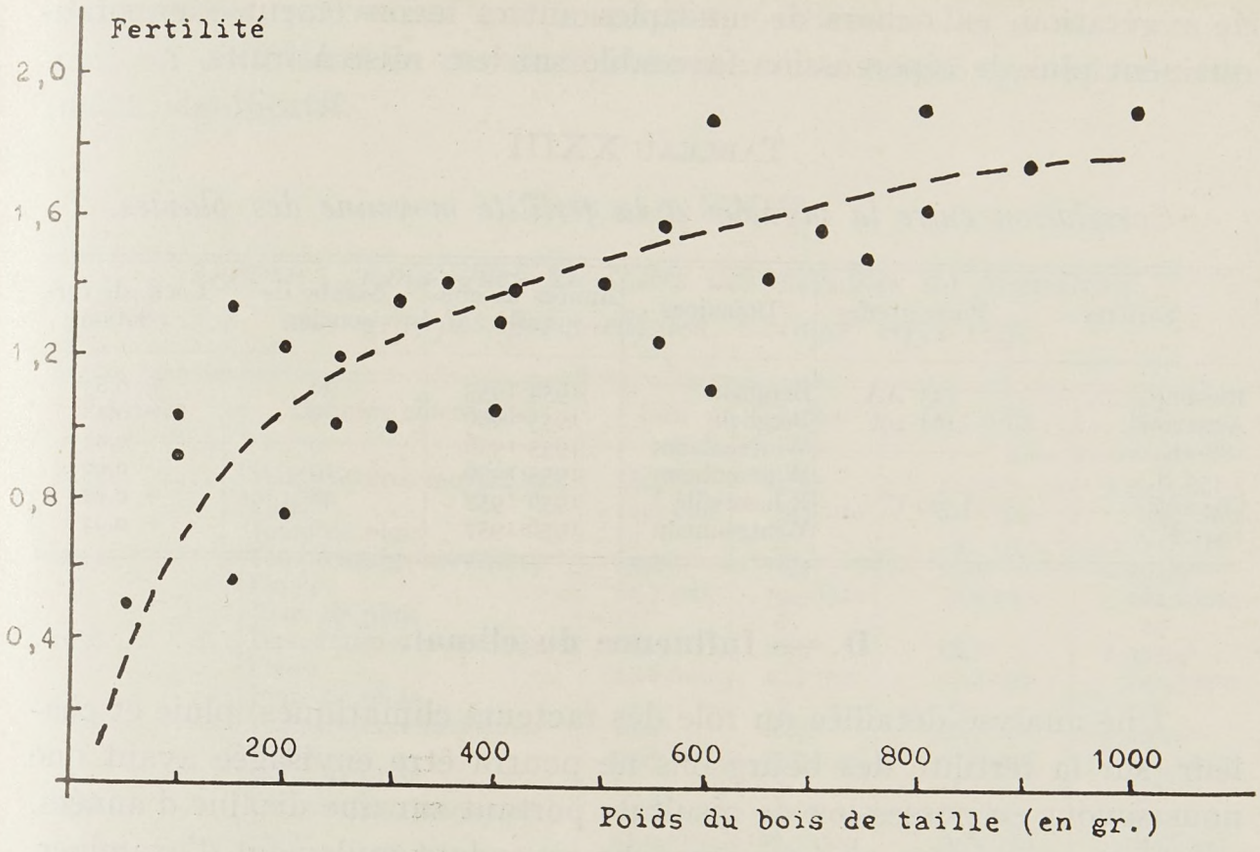


FIG. 15. — Relation entre la vigueur et la fertilité de souches de Chasselas (1956-1957).

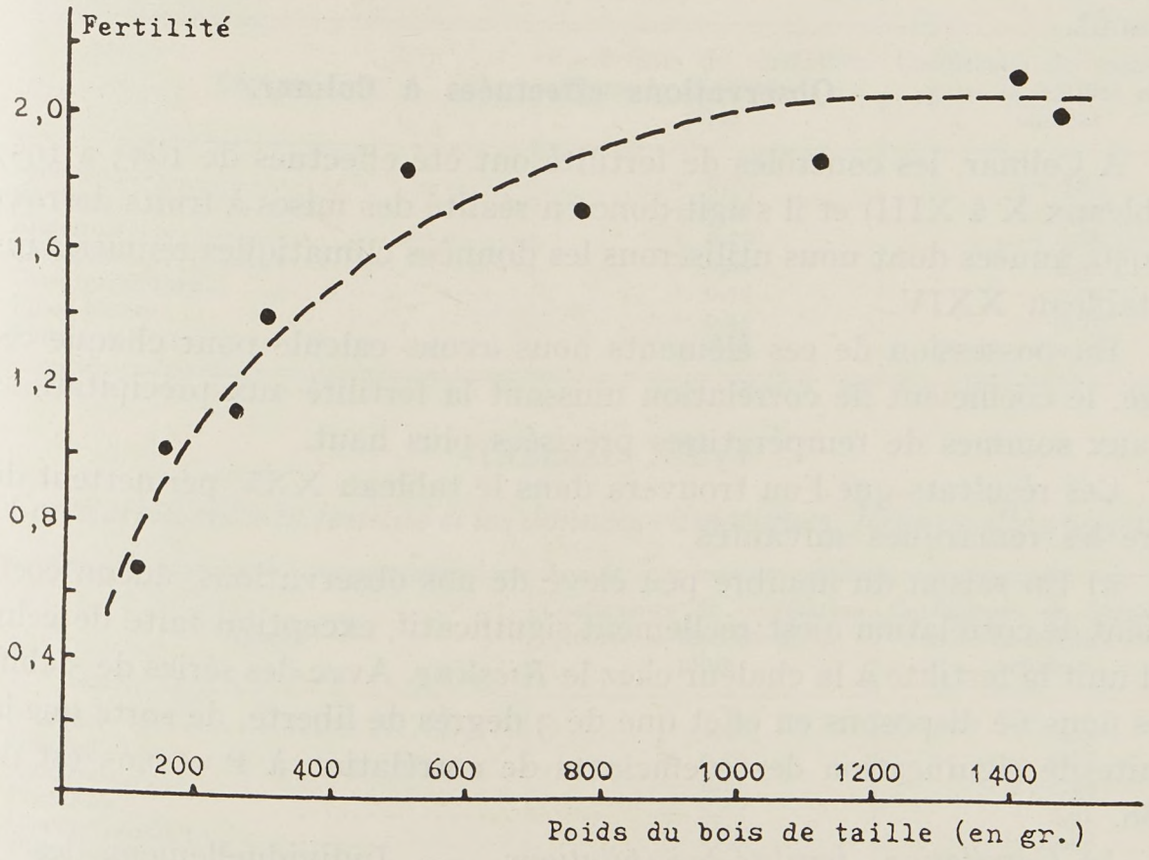


FIG. 16. — Relation entre la vigueur et la fertilité de souches de 194-2 K (1956-1957).

de végétation, en dehors de multiples autres inconvénients, n'a pratiquement plus de répercussion favorable sur leur mise à fruits.

TABLEAU XXIII

Corrélation entre la vigueur et la fertilité moyenne des plantes.

Variétés	Porte-greffes	Domaines	Années de contrôle	Nombe de souches	Coeff. de corrélation
Riesling.....	125 AA	Berghein	1954-1955	30	+ 0,83
Auxerrois.....	161-49C	Berghein	1955-1956	9	+ 0,78
188-2K.....		Wintzenheim	1955-1956	9	+ 0,82
5 455 S.....		Wintzenheim	1955-1956	10	+ 0,90
Chasselas.....	3 309 C	Ribeauvillé	1956-1957	28	+ 0,82
194-2K.....		Wintzenheim	1956-1957	9	+ 0,92

D. — Influence du climat.

Une analyse détaillée du rôle des facteurs climatiques, pluie et chaleur, sur la fertilité des bourgeons ne pourra être envisagée avant que nous soyons en possession de résultats portant sur une dizaine d'années.

Cette restriction ne nous empêche cependant nullement d'examiner, à l'aide des chiffres que nous avons à notre disposition, la fluctuation de la fertilité en fonction des précipitations et des sommes thermiques (sommes des moyennes de température quotidiennes) enregistrées durant la période de formation des initiums floraux, c'est-à-dire du 1er juin au 15 août.

1. — Observations effectuées à Colmar.

A Colmar, les contrôles de fertilité ont été effectués de 1953 à 1957 (tableaux X à XIII) et il s'agit donc en réalité des mises à fruits de 1952 à 1956, années dont nous utiliserons les données climatiques réunies dans le tableau XXIV.

En possession de ces éléments nous avons calculé pour chaque cépage, le coefficient de corrélation unissant la fertilité aux précipitations et aux sommes de températures précisées plus haut.

Ces résultats que l'on trouvera dans le tableau XXV permettent de faire les remarques suivantes :

a) En raison du nombre peu élevé de nos observations, aucun coefficient de corrélation n'est réellement significatif, exception faite de celui qui unit la fertilité à la chaleur chez le *Riesling*. Avec des séries de 5 chiffres nous ne disposons en effet que de 3 degrés de liberté, de sorte que la limite de signification des coefficients de corrélation à P = 0,05 est de 0,88.

b) *Corrélation fertilité-précipitations.* — Individuellement les 7 coefficients ne sont donc pas significatifs, mais leur ensemble permettant

de supposer qu'il existe une corrélation positive réelle, nous avons calculé un coefficient de corrélation moyen $r' = + 0{,}68$ qui est effectivement significatif.

Tableau XXIV

Données climatiques au cours des périodes de formation des grappes primordiales, Colmar 1952-1956.

Années	Données climatiques	Juin	Juillet	1-15 Août	Sommes
1952.....	Températures moyennes	18,4°	22,0°	20,5°	1 841,5°
	Pluies	14,6 mm	8,8 mm	21,0 mm	44,4 mm
	Jours de pluie	3	5	4	12
1953.....	Températures moyennes	15,4°	18,4°	17,5°	1 294,9°
	Pluies	81,7 mm	79,5 mm	0,0 mm	161,2 mm
	Jours de pluie	11	8		19
1954.....	Températures moyennes	18,0°	16,9°	18,1°	1 335,4°
	Pluies	49,6 mm	40,7 mm	52,2 mm	142,5 mm
	Jours de pluie	4	5	4	13
1955.....	Températures moyennes	16,4°	18,9°	16,7°	1 328,4°
	Pluies	69,8 mm	77,7 mm	26,8 mm	174,3 mm
	Jours de pluie	13	13	4	30
1956.....	Températures moyennes	14,6°	17,6°	16,7°	1 234,1°
	Pluies	45,0 mm	109,5 mm	39,1 mm	193,6 mm
	Jours de pluie	12	12	9	33

Tableau XXV

Corrélation entre la fertilité et les données climatiques, Colmar 1952-1957.

Cépages	Coefficients de corrélation entre la fertillité et la pluie	Coefficients de corrélation entre la fertilité et la chaleur
Sylvaner	+ 0,70	— 0,84
Riesling	+ 0,87	— 0,91
Auxerrois	+ 0,76	— 0,80
Chasselas	+ 0,42	— 0,52
Gewurztraminer	+ 0,74	— 0,75
Pinot blanc	+ 0,43	— 0,63
Pinot gris	+ 0,18	— 0,04

Tableau XXVI

Corrélation entre la fertilité et les données climatiques, Ribeauvillé 1953-1957.

Cépages	Coefficients de corrélation entre la fertilité et la pluie	Coefficients de corrélation entre la fertilité et la chaleur
Sylvaner	— 0,06	+ 0,63
Riesling	+ 0,29	— 0,87
Auxerrois	— 0,11	+ 0,59
Chasselas	+ 0,05	+ 0,91
Gewurztraminer	— 0,68	+ 0,48
Pinot blanc	— 0,25	+ 0,27
Pinot gris	+ 0,44	+ 0,72

c) *Corrélation fertilité-somme thermique.* — Le même raisonnement que tout à l'heure nous a conduit à déterminer le coefficient de corrélation moyen. Dans ce cas ce dernier ($r' = -0{,}48$) n'est cependant pas significatif.

Que faut-il penser de ces indications? Nous avons signalé dans l'introduction que le milieu viticole de Colmar était caractérisé par une faible pluviosité et un sol très perméable. Pratiquement tous les agriculteurs de cette région savent que le facteur limitant de leurs cultures est l'eau, de sorte que la corrélation positive observée entre la fertilité des bourgeons et la hauteur des précipitations est parfaitement logique car les années de sécheresse sont également celles au cours desquelles les vignes sont les moins vigoureuses.

L'absence de corrélation négative valable entre la fertilité et la somme thermique est tout aussi logique. En effet une telle liaison n'aurait pu être concevable, même si nos calculs avaient démontré le contraire, car il semble bien qu'il s'agit en réalité d'une corrélation négative entre la pluviosité et la chaleur (les étés pluvieux étant les moins chauds) qui se répercute naturellement sur la liaison fertilité-chaleur en provoquant ce qu'on appelle parfois une « fausse corrélation ».

2. — Observations effectuées à Ribeauvillé.

A Ribeauvillé nous ne disposons que des résultats de 4 années d'observation (tableaux XXVI et XXVII) et aucun de nos coefficients de corrélation individuels n'est significatif.

Le calcul des coefficients de corrélation moyens montre d'autre part que ces derniers n'atteignent pas non plus le seuil de signification :

Liaison fertilité-pluie : $r' = -0{,}06$.

Liaison fertilité-chaleur : $r' = +0{,}44$.

Tableau XXVII

Données climatiques au cours des périodes de formation des grappes primordiales, Ribeauvillé 1953-1956.

Années	Données climatiques	Juin	Juillet	1-15 août	Sommes
1953	Températures moyennes	16,1°	19,3°	18,6°	1 360,3°
	Pluies.....	100,7 mm	101,0 mm	7,4 mm	209,1 mm
	Jours de pluie.....	14	9	4	27
1954	Températures moyennes	18,3°	17,2°	17,7°	1 347,7°
	Pluies.....	31,1 mm	73,2 mm	43,8 mm	148,1 mm
	Jours de pluie.....	7	10	6	23
1955	Températures moyennes	17,3°	19,4°	16,9°	1 373,9°
	Pluies.....	91,3 mm	159,6 mm	3,8 mm	254,7 mm
	Jours de pluie.....	14	12	2	28
1956	Températures moyennes	15,1°	18,3°	16,8°	1 272,3°
	Pluies.....	59,9 mm	110,8 mm	35,5 mm	206,2 mm
	Jours de pluie.....	14	12	6	32

L'absence totale de relation entre la fertilité et la pluviosité ne saurait nous étonner car les conditions d'humidité du sol de ce milieu sont extrêmement favorables de sorte que la vigne n'y souffre pratiquement jamais des effets de la sécheresse.

De ce fait, le facteur eau n'étant plus limitant, il semble naturel qu'il existe ici une corrélation positive entre la chaleur et la fertilité. Dans nos conditions d'expérimentation nous avons bien trouvé une corrélation nettement positive, mais cette dernière n'est pas significative par suite du nombre peu élevé d'observations.

3. — **Conclusion.**

Bien que nos observations n'aient porté que sur un petit nombre d'années, les résultats que nous avons pu enregistrer montrent que les conditions climatiques de la période de formation des initiums floraux exercent une influence très nette sur la fluctuation de la fertilité des bourgeons.

La prépondérance du facteur « *eau* » ou du facteur « *chaleur* » dépend essentiellement des conditions locales du milieu. A Colmar où la vigne souffre souvent des effets de la sécheresse, le rôle des précipitations sur la fertilité masque complètement celui de la chaleur. Au contraire à Ribeauvillé, dans un sol toujours très frais, les conditions thermiques semblent être seules en cause.

Ces considérations nous ramènent de nouveau à la notion de « *vigueur* ». Dans les deux milieux que nous venons de mentionner le facteur qui influe le plus sur la fluctuation de la fertilité est également celui dont l'action sur la vigueur est la plus perceptible.

De même, ces faits nous permettent de mieux comprendre la fluctuation de fertilité sur un même rameau et la remarque faite par P. Françot et J. Mauro (29) (cf. p. 144).

E. — Influence du développement de la récolte.

L'influence de la récolte en voie de développement sur la mise à fruits est particulièrement fréquente sur certaines variétés de pommes (par exemple *Reine des Reinettes* et *Belle de Boscoop*) qui présentent de ce fait une alternance régulière d'années productives et plus ou moins improductives.

Bien qu'il n'existe pas, à notre connaissance, pour la vigne, d'étude précise sur cette concurrence entre les fruits en voie de croissance puis de maturation et la formation d'ébauches florales dans les bourgeons, il est un fait plus ou moins admis qu'une telle influence ne serait pas absente sur cette plante.

Dans le but de vérifier ce fait dans notre région nous avons effectué deux séries d'analyses.

1. — Ayant contrôlé, dans nos parcelles d'essais, les rendements obtenus aussi bien que la fertilité, nous avons calculé les coefficients de corrélation unissant la production de raisins enregistrée une année donnée avec la fertilité moyenne observée au printemps après (tableaux XXVIII et XXIX).

Tableau XXVIII

Rendements et fertilité des bourgeons primaires à Colmar, 1952-1957.

Cépages	Rendts. 1952 (hl/ha)	Fert. 1953	Rendts. 1953 (hl/ha)	Fert. 1954	Rendts. 1954 (hl/ha)	Fert, 1955	Rendts. 1955 (hl/ha)	Fert. 1956	Rendts. 1956 (hl/ha)	Fert. 1957
Sylvaner.....	73,0	1,47	71,0	1,77	100,2	1,87	116,4	1,65	60,5	1,75
Riesling.....	40,5	1,30	51,4	1,55	42,1	1,64	69,9	1,52	32,7	1,72
Auxerrois	65,4	1,13	56,7	1,40	50,0	1,29	86,2	1,21	49,4	1,44
Chasselas.....	72,7	1,35	81,8	1,19	58,0	1,64	118,9	1,51	35,0	1,74
Gewurztraminer	56,1	1,13	48,3	1,41	46,0	1,25	76,6	1,17	13,3	1,47
Pinot blanc....	58,3	0,92	36,4	1,20	53,5	1,27	01,0	9,93	17,9	1,18
Pinot gris.....	33,1	1,10	25,2	0,96	37,5	1,02	55.1	1,06	15,8	1,27

Tableau XXIX

Rendements et fertilité des bourgeons primaires à Ribeauvillé, 1953-1957.

Cépages	Rendts. 1953 (hl/ha)	Fert. 1954	Rendts. 1954 (hl/ha)	Fert. 1955	Rendts. 1955 (hl/ha)	Fert. 1956	Rendts. 1956 (hl/ha)	Fert. 1957
Chasselas	129,2	1,55	101,8	1,34	138,0	1,37	37,0	0,94
Sylvaner.....	115,7	1,94	128,8	1,65	141,9	1,59	83,7	1,38
Auxerrois.....	78,7	1,75	68,9	1,47	116,3	1,39	34,8	1,21
Riesling.....	65,8	1,65	46,0	1,60	80,0	1,68	37,7	1,88
Gewurztraminer	56,5	1,47	45,4	1,62	66,4	1,23	22,1	1,18
Pinot blanc	67,1	1,63	91,2	1,30	93,6	1,13	24,9	1,19
Pinot gris.....	38,0	1,47	56,2	1,05	42,0	1,28	9,9	0,98

Les résultats du tableau XXX montrent qu'il n'est pas possible d'admettre, dans les cas analysés, une liaison quelconque entre la fertilité des bourgeons et la production. Ni les coefficients individuels ni les coefficients cumulés ($r' = -0{,}34$ à Colmar et $+0{,}35$ à Ribeauvillé) ne sont significatifs.

2. — Pour plus de précisions nous avons éliminé, sur 5 souches de chaque variété, la totalité des inflorescences dès que cela a été possible et comparé l'année suivante la fertilité des bourgeons de ces plantes avec celle de souches témoins ayant présenté une récolte normale.

Cette opération a été faite à 2 reprises : à Colmar en 1953 et à Ribeauvillé en 1956.

La comparaison des fertilités moyennes du tableau XXXI aboutit aux mêmes conclusions que précédemment et ne permet absolument pas de prouver une influence positive de l'absence de récolte sur la mise à fruits des bourgeons.

Tableau XXX

Corrélation entre la fertilité des bourgeons et la production de raisins.

Cépages	Coefficients de Colmar	Coefficients de Ribeauvillé
Chasselas	— 0,40	+ 0,77
Sylvaner	— 0,74	+ 0,41
Auxerrois	— 0,72	+ 0,36
Riesling	— 0,13	— 0,47
Gewurztraminer	— 0,74	+ 0,26
Pinot blanc	+ 0,68	+ 0,03
Pinot gris	— 0,04	+ 0,29

S'il ne nous est pas possible de nier d'une façon absolue l'existence d'une telle relation, nous pouvons cependant faire remarquer que nos différentes observations tendent plutôt à démontrer le contraire.

Tableau XXXI

Influence de l'absence totale de production sur la fertilité des bourgeons.
(E = fertilité des souches sans raisins ; T = témoin.)

Cépages	Colmar 1953-1954		Ribeauvillé 1956-1957	
	E	T	E	T
Sylvaner	1,38	1,54	1,72	1,77
Auxerrois	1,17	1,18	1,53	1,40
Pinot blanc	1,19	1,08	1,18	1,20
Chasselas	0,94	0,92	1,23	1,19
Riesling	2,09	1,93	1,61	1,55
Gewurztraminer	1,18	1,20	1,30	1,41
Pinot gris	0,98	1,20	1,02	0,96

F. — Influence spécifique du porte-greffe.

Comme chez la plupart des plantes arbustives cultivées et greffées, la vigueur d'un plant de vigne dépend en grande partie de celle du sujet sur lequel il a été greffé. En ce qui concerne la fertilité des bourgeons il peut sembler intéressant de se rendre compte si, pour un même cépage, la fluctuation de ce caractère est uniquement sous l'influence de la vigueur du porte-greffe ou si ce dernier possède une action spécifique, indépendante de la vigueur. En d'autres termes nous nous posons la question suivante : lorsque des plants de vigne d'un même cépage, de même âge et cultivés dans un même milieu sont greffés sur deux porte-greffes dif-

férents leur imprimant la même vigueur, *la fertilité est-elle identique dans les deux cas?*

Dans le but de résoudre ce problème nous avons procédé depuis 1953 à plusieurs essais dont on trouvera les premiers résultats dans le tableau XXXII.

TABLEAU XXXII

Influence spécifique du porte-greffe sur la fertilité, Ribeauvillé 1953-1954.

Cépages	Porte-greffes	Poids moyen de bois de taille 1953 (en kg)	Fertilité moyenne 1954	Influence comparative des porte-greffes sur la fertilité de leurs greffons
Gewurztraminer ..	5 BB	0,870	1,32	3 309 C. et 161-49 C. > 5 BB
	161-49 C.	0,790	1,48	
	3 309 C.	0,860	1,60	
Pinot blanc	5 BB	0,700	1,46	161-49 C. > 5 BB
	161-49 C.	0,640	1,51	
	3 309 C.	0,860	1,85	
Chasselas	5 BB	0,500	1,24	161-49 C. > 3 309 C. et 5 BB
	161-49 C.	0,590	1,76	
	3 309 C.	0,720	1,66	
Sylvaner	5 BB	0,640	1,93	161-49 C. et 3 309 C. > 5 BB
	161-49 C.	0,430	1,88	
	3 309 C.	0,460	2,12	
Auxerrois	5 BB	0,790	1,84	
	161-49 C.	0,870	1,75	
	3 309 C.	0,730	1,67	
Riesling.....	5 BB	0,750	1,60	
	161-49 C.	0,460	1,47	
	3 309 C.	0,790	1,87	
Pinot gris	5 BB	0,860	1,46	3 309 C. > 5 BB
	161-49 C.	0,640	1,37	
	3 309 C.	0,750	1,58	

A Ribeauvillé, sur 7 cépages établis sur 3 porte-greffes différents (*5 BB, 161.49 C.* et *3309 C.*) on a pesé le bois de taille 1953 d'une dizaine de souches par variété afin de définir leur vigueur comparative. En 1954 on a ensuite contrôlé la fertilité des bourgeons latents primaires de ces souches. Afin d'éviter toute erreur d'interprétation à ce sujet (en particulier du fait du caractère curvilinéaire de la régression qui unit la fertilité à la vigueur (cf. p. 150) nous considérons qu'un porte-greffes possède une *influence positive sur la fertilité par rapport à un ou plusieurs autres porte-greffes dans les cas suivants* :

a) Les deux porte-greffes impriment une vigueur sensiblement égale à leurs greffons. Par contre il existe une différence nette de fertilité entre les deux. Il en est ainsi chez le *Gewurztraminer* du tableau XXXII : la vigueur est pratiquement pareille sur *3 309* C. et sur *5 BB.*, mais la fertilité sur *3 309 C.* est beaucoup plus importante sur ce dernier porte-greffe.

b) La vigueur d'une variété est plus faible sur l'un des porte-greffes, mais malgré cet handicap sa fertilité est plus grande ou au moins identique (Ex. : *Chasselas* sur *161.49 C.* > à *3 309 C.*).

c) Un cépage est légèrement plus vigoureux sur l'un des porte-greffes, mais cette petite différence de vigueur est accompagnée d'une supériorité de fertilité réellement importante. (Ex. : *Chasselas* sur *161.49 C.* > *5 BB.*)

Au cours des années suivantes, des observations de même nature ont été effectuées dans les domaines de Wintzenheim (tableau XXXIII), de Bergheim (tableau XXXIV) et Ribeauvillé (tableau XXXV) avec les porte-greffes cités précédemment et quelques autres : *8 B.*, *503 B.*, *125 AA.*, *34 EM.*

TABLEAU XXXIII

Influence spécifique du porte-greffe sur la fertilité, Wintzenheim 1954-1955.

Cépages	Porte-greffes	Poids moyen de bois de taille 1954 (en kg)	Fertilité moyenne 1955	Influence comparative des porte-greffes sur la fertilité de leurs greffons
Gewurztraminer ..	3 309 C.	0,370	1,01	
	34 EM	0,490	1,05	8 B > 3 309 C., 34 EM et 5 BB
	8 B	0,360	1,13	3 309 C. > 5 BB
	5 BB	0,440	0,92	
Pinot blanc	8 B	0,600	1,35	8 B > 5 BB
	5 BB	0,870	1,35	
Chasselas	3 309 C.	0,720	1,29	
	5 BB	0,880	1,26	3 309 C. et 503 B. > 5 BB
	503 B.	0,760	1,43	
Auxerrois	3 309 C.	0,700	1,39	
	5 BB	0,620	1,35	
Pinot gris	3 309 C.	0,439	0,99	
	34 EM	0,600	1,01	
	8 B	0,423	0,99	3 309 C. et 8 B > 34 EM
	5 BB	0,600	1,16	

La comparaison de la totalité des résultats ainsi enregistrés montre que ces derniers sont d'une concordance étonnante :

— Le *5 BB.* a subi 25 comparaisons au cours desquelles il a manifesté à 20 reprises une infériorité évidente de fertilité par rapport aux *8 B.*, *161.49 C.* et *3 309 C.*

— Le *125 AA.* analysé 8 fois, se caractérise également dans 7 cas par une influence négative sur ce caractère.

— Le *8 B.* présente, par contre, 9 fois sur 10 une influence positive sur la fertilité.

— Le *161.49 C.* offre encore une prédominance de 11 cas de supériorité sur 20.

— Le *3 309 C.* se comporte presque pareillement. Sur 15 analyses, 7 révèlent une influence positive, 1 seulement un état d'infériorité.

Le cas du *5 BB.* peut être rapproché de celui signalé par Birk et Ambrosi (6) en Rhénanie. Ces chercheurs ont en effet remarqué qu'en 1954 les rendements d'une série de clones de Riesling ont été nettement inférieurs sur *5 BB.* que sur *143 A.* (en France *L.44*), porte-greffe dont la vigueur est pourtant moins grande que celle du *5 BB.*

Tableau XXXIV

Influence spécifique du porte-greffe sur la fertilité: Bergheim 1954-1955.

Cépages	Porte-greffes	Poids moyen de bois de taille 1954 (en kg)	Fertilité moyenne 1955	Influence comparative des porte-greffes sur la fertilité de leurs greffons
Gewurztraminer ..	5 BB	1,210	1,20	8 B > 5 BB
	8 B	0,660	1,05	
	125 AA	1,090	1,27	
	161-49 C.	1,120	1,29	
Pinot blanc	5 BB	1,360	1,24	8 B > 5 BB, 125 AA et 161-49 C.
	8 B	0,980	1,37	
	125 AA	1,120	1,26	
	161-49 C.	1,070	1,20	
Chasselas	5 BB	1,180	1,18	8 B et 161-49 C. > 5 BB et 125 AA
	8 B	1,000	1,27	
	125 AA	1,250	1,03	
	161-49 C.	1,200	1,37	
Auxerrois	5 BB	1,070	1,43	8 B > 5 BB et 125 AA
	8 B	0,940	1,60	
	125 AA	1,210	1,46	
	161-49 C.	0,720	1,30	
Pinot gris	5 BB	1,230	1,46	8 B > 5 BB, 125 AA et 161-49 C.
	8 B	0,980	1,50	
	125 AA	1,110	1,49	
	161-49 C.	1,200	1,42	
Sylvaner	5 BB	1,210	1,69	8 B et 161-49 C. > 5 BB et 125 AA
	8 B	0,660	1,67	
	125 AA	1,010	1,59	
	161-49 C.	1,120	1,81	
Riesling.....	5 BB	0,895	1,77	161-49 C. > 5 BB et 125 AA
	8 B	0,700	1,66	
	125 AA	1,060	1,74	
	161-49 C.	0,890	1,94	

En définitive il semble bien qu'il existe une influence spécifique indépendante de la vigueur de certains porte-greffes sur la fertilité des bourgeons de leurs greffons. C'est ainsi que le *5 BB.* et le *125 AA* se trouvent constamment en état d'infériorité vis-à-vis du *8 B.* et, à un degré moindre, du *161.49 C.* et du *3 309 C.*

Dans le cadre de nos possibilités de travail nous n'avons malheureusement pas pu analyser la cause de cette influence qui pourrait cependant avoir pour origine des propriétés d'assimilation des éléments nutritifs du sol légèrement différentes d'un porte-greffe à l'autre.

TABLEAU XXXV

Influence spécifique du porte-greffe sur la fertilité Ribeauvillé et Bergheim 1955-1956.

Cépages	Porte-greffes	Poids moyen de bois de taille 1955 (en kg)	Fertilité moyenne 1956	Influence comparative des porte-greffes sur la fertilité de leurs greffons
Sylvaner	5 BB	0,610	1,61	161-49 C. > 3 309 C. et 5 BB
	161-49 C.	0,450	1,65	
	3 309 C.	0,490	1,57	
Auxerrois	5 BB	0,810	1,37	161-49 C. > 3 309 C. > 5 BB
	161-49 C.	0,740	1,50	
	3 309 C.	0,760	1,39	
Gewurztraminer ..	5 BB	0,880	1,18	
	161-49 C.	0,750	1,14	
	3 309 C.	0,770	1,14	
Chasselas	5 BB	0,630	1,20	161-49 C. > 3 309 C. > 5 BB
	161-49 C.	0,590	1,50	
	3 309 C.	0,610	1,33	
Pinot gris	5 BB	0,870	1,21	161-49 C. > 5 BB
	161-49 C.	0,630	1,30	
	3 309 C.	0,720	1,34	
Riesling.....	5 BB	0,770	1,62	3 309 C. > 5 BB
Ribeauvillé	161-49 C.	0,500	1,58	
	3 309 C.	0,780	1,83	
Riesling.....	8 B	0,790	1,97	8 B > 161-49 C. > 125 AA
	5 BB	0,895	2,00	
Bergheim	125 AA	1,165	1,72	
	161-49 C.	0,850	1,86	

G. — Observations diverses.

1. — Influence de calamités atmosphériques.

Le 1er juillet 1952, un violent orage de grêle causa de gros dégâts dans le nord du département du Haut-Rhin où se trouve le domaine de Bergheim. Ces dégâts concernèrent non seulement la récolte en perspective mais également le feuillage et, à un degré moindre, un certain nombre de bourgeons.

Au printemps 1953 le contrôle de la fertilité des bourgeons latents formés en 1952 et qui avaient été épargnés par la grêle, révéla des anomalies frappantes par rapport à la fertilité observée dans un autre vignoble, à Wintzenheim, que la grêle n'avait pas touché. Ces anomalies étaient les plus accusées sur le *Sylvaner* que nous prendrons comme exemple.

Alors qu'à Wintzenheim la fertilité moyenne des bourgeons croissait de la base des sarments jusque vers le 7e, 8e œil pour diminuer vers l'extrémité, selon un rythme normal, à Bergheim la fertilité présentait

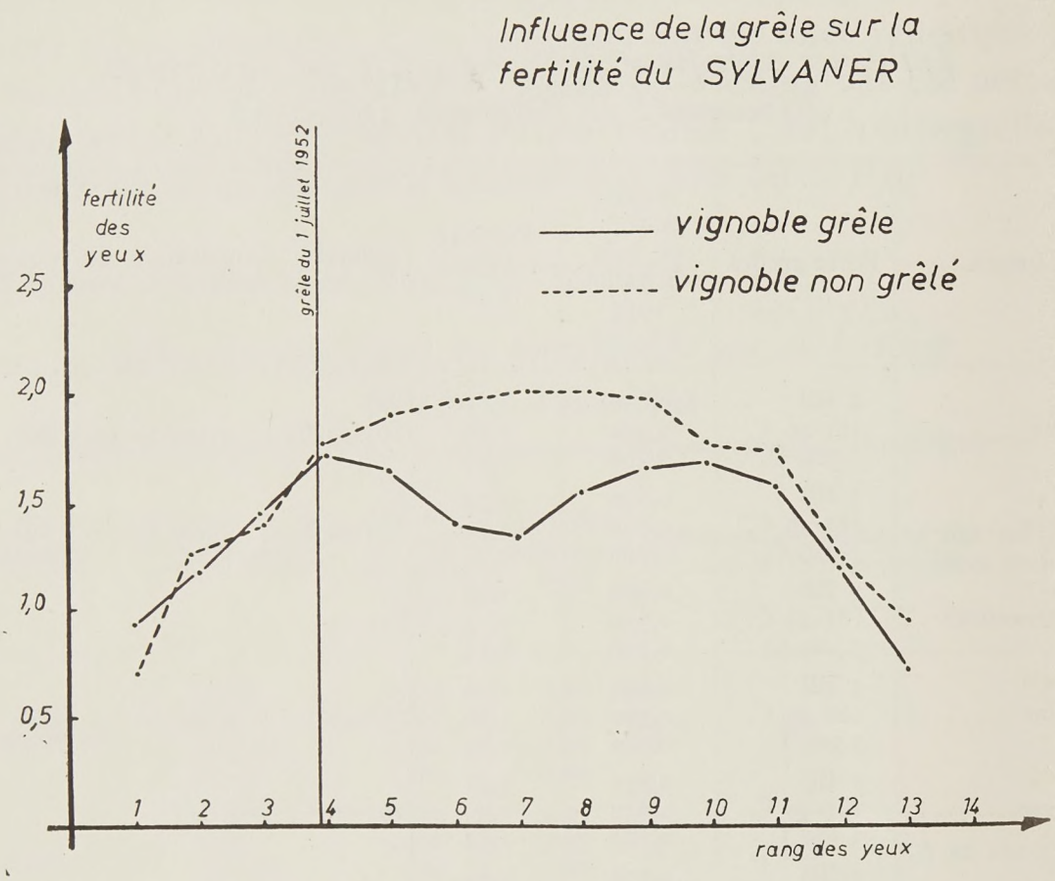


FIG. 17. — Influence de la grêle sur la fertilité des différents bourgeons des sarments (1952-1953).

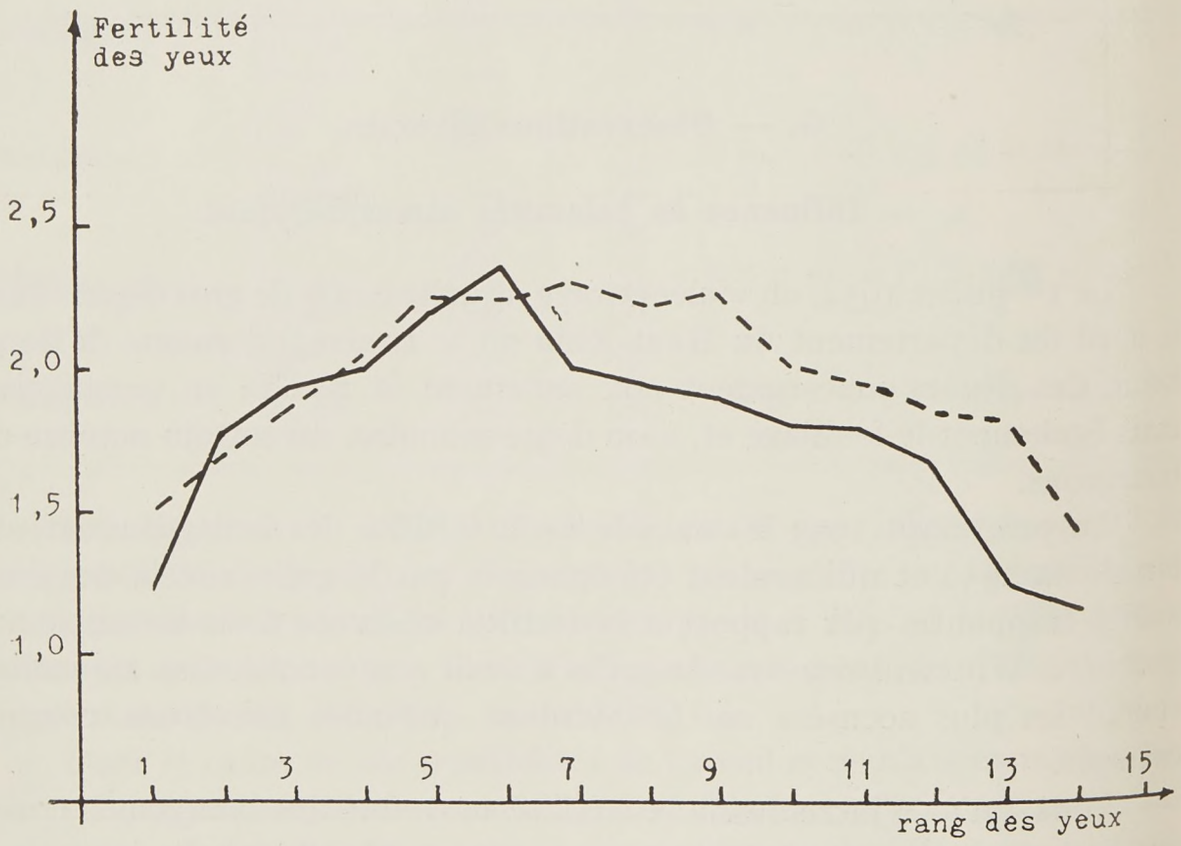


FIG. 18. — Courbes de fertilité 1954 des deux parcelles de la figure précédente.

deux maximums au 4e et au 10e œil, comme on pourra s'en rendre compte dans la figure 17.

Cette chute de fertilité observée à Bergheim ne peut être attribuée qu'à la grêle du 1er juillet 1952 qui, en détruisant une grande partie de la végétation, a empêché le déroulement normal de la mise à fruits des bourgeons de rang 5 à 9. (A titre de comparaison la figure 18 reproduit les courbes de fertilité des parcelles précédentes en 1954.)

A ce sujet il nous semble intéressant de souligner la rapidité avec laquelle la formation des initiums floraux est redevenue normale, malgré la gravité des dégâts.

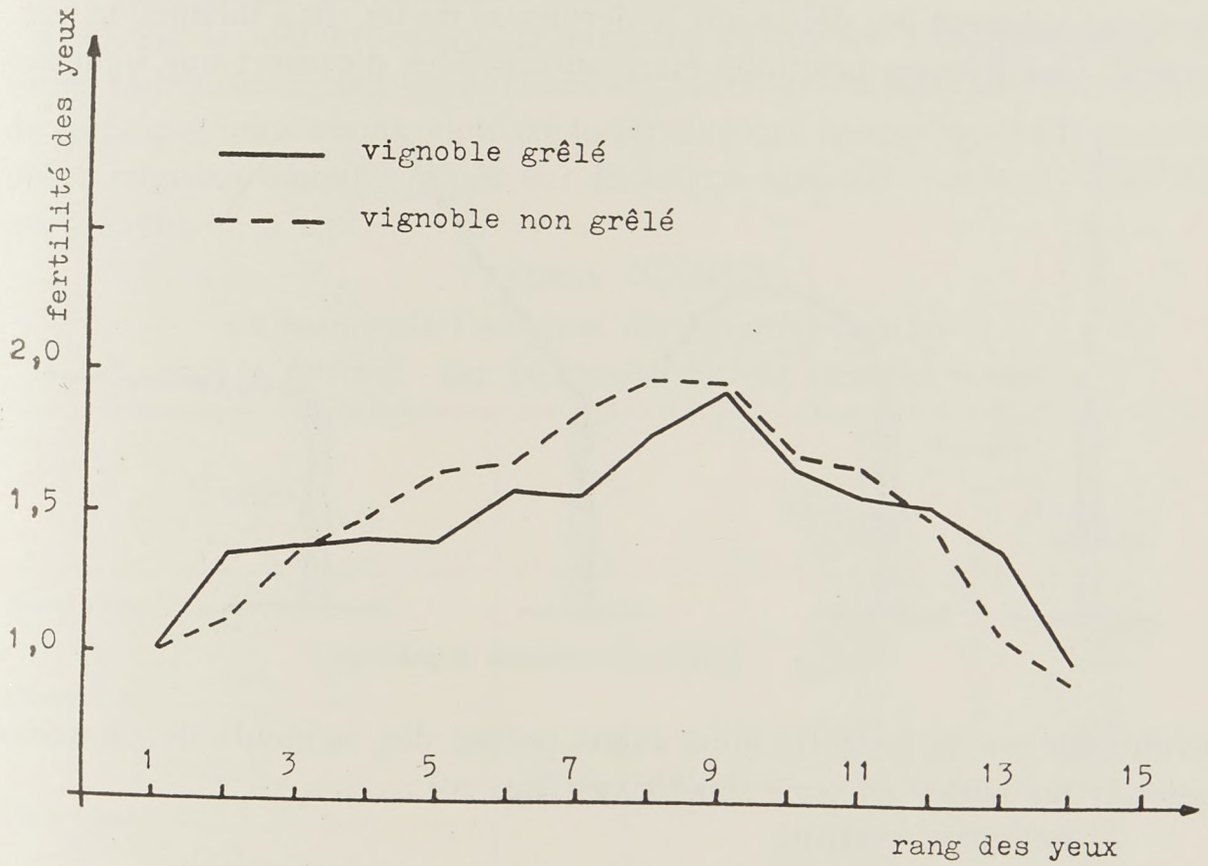


FIG. 19. — Courbes de fertilité du Sylvaner dans une parcelle touchée par la grêle du 4 août 1954 et dans une parcelle indemne.

Cette observation confirme également celle que nous avons pu faire en ce qui concerne l'époque de formation des grappes primordiales dans les bourgeons : en effet la courbe de fertilité observée dans le vignoble grêlé (fig. 17) indique nettement qu'au 1er juillet, date de la grêle, les grappes primordiales des 4 premiers bourgeons étaient déjà formées.

Le 4 août 1954, une partie importante du vignoble haut-rhinois fut à nouveau touchée par la grêle de sorte qu'il a été possible de refaire l'expérience précédente et de comparer des courbes de fertilité de parcelles grêlées et non touchées. Les deux courbes de la figure 19 proviennent d'une part d'une parcelle de *Sylvaner* de Bennwihr, commune très touchée et d'autre part d'une parcelle du même cépage de notre domaine de Bergheim. Leur comparaison permet de se rendre compte qu'il n'est

pas possible de distinguer, dans le cas du vignoble grêlé, d'anomalie de fertilité analogue à celle de 1953. Dans ces conditions on peut admettre qu'au moment de l'orage, c'est-à-dire le *4 août* 1954, *tous les yeux latents laissés à la taille, possédaient leurs grappes primordiales.*

2. — Influence de la position du sarment.

Dans le Midi où le vignes ne sont en général pas palissées, les rameaux en croissance, après avoir pris durant quelque temps une position verticale, s'inclinent de plus en plus pour toucher finalement le sol. En Alsace le palissage oblige la plupart des rameaux à prendre une position verticale jusqu'au moment où, dépassant le dernier fil de fer, ils s'inclineront également. Ces diverses positions étant susceptibles d'exercer une influence

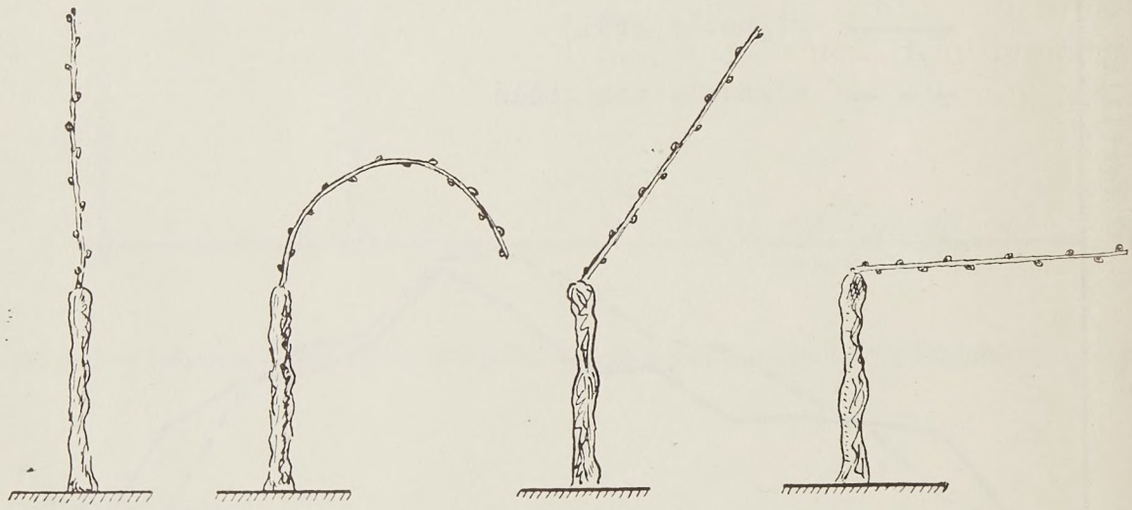


FIG. 20. — Différentes modalités de palissage.

éventuelle sur la fertilité, nous avons palissé des sarments de *Chasselas* selon 4 modalités en trois répétitions (fig. 20) :

— palissage vertical,
— palissage oblique,
— palissage horizontal,
— palissage en arcure.

En 1954 nous avons contrôlé la fertilité de ces sarments qui ont été conservés à la taille. Il n'y a cependant pas eu de différences significatives de fertilité entre les modalités de palissage. De même la position inférieure ou supérieure des bourgeons sur le sarment ne semble pas influencer la fertilité de ces derniers.

3. — Influence du développement des prompts-bourgeons sur la fertilité des bourgeons latents correspondants.

MULLER-THURGAU (55) signale qu'il faut éviter le développement d'entre-cœurs sur les sarments destinés à être conservés au moment de la taille, à cause de leur influence néfaste sur la fertilité des bourgeons latents.

G. F. Turjanski (67) constate de même que les longs bois formés à partir des sarments présentant peu d'entre-cœurs sont plus fertiles que dans le cas d'un grand développement des prompts-bourgeons.

En vue de contrôler ces remarques l'essai suivant a été effectué en 1955-1956 :

a) Sur 10 rameaux de *Chasselas* et de *Pinot blanc* nous avons éliminé la totalité des prompts-bourgeons au fur et à mesure de leur apparition durant la période végétative de 1955. En 1956 ces sarments ont été conservés comme branches à fruits et leur fertilité a été comparée à celle des deuxièmes branches à fruits dont les prompts-bourgeons s'étaient développés librement (tableau XXXVI, n° 1 à 7).

b) Sur le même nombre de rameaux et sur les 2 cépages cités, les prompts-bourgeons ont été éliminés alternativement tous les deux nœuds de sorte que nous avons comparé la fertilité des bourgeons traités à celle des bourgeons-témoins situés sur le même sarment (tableau XXXVI, n° 8 à 16).

Tableau XXXVI

Influence de l'ablation des prompts-bourgeons sur la fertilité des bourgeons latents correspondants.

Cépages	N°	Fertilité	
		Bourgeons traités	Bourgeons témoins
Pinot blanc	1	1,43	1,43
	2	1,30	1,20
	3	1,00	1,40
Chasselas	4	1,87	1,50
	5	0,80	1,75
	6	1,50	2,00
	7	0,88	1,12
Pinot blanc	8	0,75	1,00
	9	1,00	1,70
	10	1,00	1,33
	11	1,20	1,00
	12	1,12	1,00
Chsselas	13	0,66	0,50
	14	1,80	1,66
	15	1,88	1,34
	16	1,00	1,50

L'analyse de ces deux séries de résultats ne permet en aucun cas d'attribuer aux prompts-bourgeons un rôle quelconque sur la fertilité des bourgeons latents.

4. — **Influence des fumures.**

Bien que nous n'avons pas eu la possibilité d'effectuer personnellement des contrôles de fertilité dans des essais de fumure, il nous semble nécessaire d'aborder rapidement cette question.

Par suite de leur action générale sur la vigueur, les fumures exercent corrélativement une influence sur la fertilité des yeux. Ce fait a été démontré par J. Branas, G. Bernon et L. Levadoux (11) et semble avoir été observé par Vinet (69).

Une éventuelle action spécifique des principaux éléments fertilisants n'a par contre pas encore été démontrée de façon satisfaisante dans tous les cas. Une idée très répandue attribue en effet aux engrais azotés une action particulière sur la croissance, à la potasse une influence plus marquée sur la quantité de récolte, à l'acide phosphorique un rôle important dans la qualité des vins.

En ce qui concerne la potasse, J. Branas, G. Bernon et L. Levadoux (11) ont remarqué que, chez l'Aramon tout au moins, cet élément ne possédait aucune action spécifique sur le nombre de grappes.

Dans un travail sur la fumure azotée de la vigne G. W. Felber (28) signale l'influence heureuse d'un épandage tardif effectué en août 1951 sur la fertilité des yeux formés la même année. Cette indication est cependant erronée car on a vu qu'en août la formation des grappes primordiales des yeux conservés à la taille est un fait accompli.

Ces quelques indications assez sommaires soulignent l'intérêt qu'il y aurait à approfondir ce problème dont l'importance théorique et technique est considérable.

H. — Fluctuation variétale de la fertilité.

Après avoir analysé l'influence d'un certain nombre de facteurs sur la fertilité des bourgeons primaires, il importe encore de se rentre compte si les différents cépages et hybrides se comportent de façon identique à leur égard, c'est-à-dire s'il existe des différences d'amplitude de fluctuation entre les variétés étudiées.

En ce qui concerne les cépages alsaciens pour lesquels nous disposons d'un assez grand nombre de moyennes de fertilité (25 à 27 par variété) provenant de milieux divers, l'évaluation de la valeur de cette fluctuation a été faite par détermination du double de l'écart-type de la distribution de fertilité de chaque variété, exprimée en pourcentage par rapport à la moyenne. Les résultats de ces calculs (tableau XXXVII) montrent qu'il existe de très grands différences de comportement entre les divers cépages.

Avec une fluctuation de $\pm$ 21,8 p. 100 autour de sa moyenne de fertilité, le *Riesling* présente la plus petite fluctuation de fertilité. En seconde position nous trouvons le *Sylvaner* avec $\pm$ 23,4 p. 100 suivi par l'*Auxerrois* avec $\pm$ 25,8 p. 100. *Gewurztraminer* et *Pinot blanc* sont sensiblement égaux ($\pm$ 31,2 p. 100 et $\pm$ 31,4 p. 100) de même que le *Chasselas* ($\pm$ 35,1 p. 100) le et *Pinot gris* ($\pm$ 35,2 p. 100) dont la fluctuation de fertilité atteint presque le double de celle des cépages de tête. A ce sujet

il importe de signaler l'étroite relation qui existe entre ces chiffres et la fluctuation des rendements quantitatifs en poids de vendange des mêmes variétés. En effet la production du *Riesling* et du *Sylvaner* est beaucoup plus régulière que celle du *Pinot gris* et du *Chasselas* dont les rendements varient souvent du simple au double d'une année à l'autre. Il va de soi que cette énorme fluctuation de fertilité de certains cépages présente un inconvénient non moins important du point de vue de l'économie viticole en général. A ce propos nous désirons souligner que c'est dans le but d'obtenir, dans un avenir peut-être lointain il est vrai, de nouvelles variétés dont la fluctuation de la fertilité et du poids des grappes, c'est-à-dire de la productivité, soit la plus faible possible, que nous avons entrepris cette étude.

Dans le tableau XXXVII on trouvera également des résultats concernant un certain nombre d'hybrides-producteurs. Par suite du nombre restreint d'observations dont nous disposons avec ces variétés, ces données n'ont pas pu être déterminées en passant par le calcul de l'écart-type et ne possèdent pas la précision des résultats concernant les viniferas. On pourra cependant se rendre compte qu'il existe là aussi de très grandes différences de fluctuation.

Tableau XXXVII

Fluctuation de la fertilité des bourgeons latents primaires (en pourcentages par rapport à la moyenne de fertilité).

Dénominations	Fluctations	Dénominations	Fluctuations
Riesling	± 21,8 %	Pinot blanc	± 31,4 %
Sylvaner	± 23,4 %	Chasselas	± 35,1 %
Auxerrois	± 25,8 %	Pinot gris	± 35,2 %
Gewurztraminer	± 31,2 %		
5247 S. V.	± 4,5 %	1000 S.	± 22,5 %
237 — 2 K	± 8,8 %	4503 Bu	± 24,4 %
19410 S. V.	± 11,0 %	4986 S.	± 24,5 %
187 — 1 K	± 12,3 %	5276 S. V.	± 25,0 %
14287 S. V.	± 14,7 %	319 — 3 K.	± 25,4 %
5455 S.	± 16,8 %	188 — 2 K.	± 32,4 %
4672 Bu	± 19,3 %	6 R.	± 35,2 %
262 R.	± 20,0 %	19233 S. V.	± 37,6 %
14464 S.	± 22,1 %	194 — 2 K.	± 41,5 %

III. — VARIATION ET FLUCTUATION DE LA FERTILITÉ DES BOURGEONS SECONDAIRES

La fertilité des bourgeons secondaires des yeux latents (Beiknospen) est un facteur important dans les situations où les vignobles subissent périodiquement des gelées de printemps. En effet ces dernières détruisent souvent les jeunes pousses issues des bourgeons primaires et, dans ces cas, le sort de la récolte dépend en grande partie de la fertilité de ces

bourgeons secondaires. En France L. Levadoux et R. Michel (49) ont étudié la remise à fruits d'un certain nombre d'hybrides producteurs après les gelées de printemps sans distinction des types de bourgeons. Un chercheur russe I. N. Koudo (41) constate que, dans les conditions de l'Asie moyenne, toutes les variétés sont encore fertiles sur les repousses de 2e ordre.

En ce qui nous concerne, nous avons procédé, en 1953 à Colmar et en 1954 à Colmar et à Bergheim, 4 semaines après le débourrement, à l'ablation totale des jeunes pousses issues des bourgeons principaux de 4 souches par cépage (fig. 21) ce qui a provoqué le départ des bourgeons secondaires. Dans le tableau XXXVIII on trouvera les résultats détaillés des contrôles de fertilité de Colmar 1953, dans le tableau XXXIX les moyennes générales des observations.

Tableau XXXVIII

Fertilité des bourgeons secondaires des yeux latents, Colmar 1953.

Cépages	Rang des bourgeons										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Chasselas	0	0,63	0,67	1,00	1,00	0,67	0,60	0,66	0,80	0,66	0,66
Knipperlé	0	0,20	0,40	0,40	0	0	0	0	0	0	0
Muller-Thurgau	0	0	0	0	0,30	0,30	0,30	0,50	0	0,30	0
Sylvaner	0,20	0,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pinot blanc	0	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Auxerrois	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinot gris	0	0	0	0,20	0	0,20	0,20	0,25	0,30	0	0
Riesling	0	0,35	0,55	0,35	0,16	0	0	0	0	6	0
Muscat Ottonel	0	0	0	0,35	0	0	0	0	0,30	0,30	0
Gewurztraminer	0	0,16	0	0	0	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0

Tableau XXXIX

Fertilité moyenne des bourgeons secondaires des yeux latents, Colmar 1953 *et* 1954 *et Bergheim* 1954.

Cépages	Colmar		Berghein 1954
	1953	1954	
Chasselas	0,71	0,35	0,21
Sylvaner	0,56	0,11	0,35
Knipperlé	0,19	0,02	/
Muller-Thurgau	0,17	0,19	/
Pinot blanc	0,13	0,24	0,31
Auxerrois	0,00	0,09	0,22
Pinot gris	0,15	0,24	0,34
Riesling	0,29	0,11	0,84
Muscat Ottonel	0,10	0,25	0,45
Gewurztraminer	0,16	0,03	0,34

En 1953 le *Chasselas* présentait de loin la plus grande fertilité des bourgeons secondaires avec un maximum vers le 4e, 5e œil ; 10 p. 100

des bourgeons possédaient même 2 grappes. L'*Auxerrois* venait en dernier lieu avec une fertilité nulle.

En 1954, les résultats précédents ne se sont pas confirmés.

A Colmar, le *Chasselas* vient de nouveau en tête avec une moyenne cependant bien inférieure, à Bergheim au contraire il vient en dernier lieu, alors que le *Riesling* y prenait la première place avec une moyenne de 0,84 grappe par bourgeon. Au cours des 3 séries d'observations l'*Auxerrois* présente toujours des chiffres excessivement faibles.

En définitive les variations de la fertilité des bourgeons secondaires

Fig. 21. — Aspect des souches (×) après l'ablation des pousses issues des bourgeons primaires.

des yeux latents des cépages considérés, bien que beaucoup plus importantes que chez les bourgeons primaires, ne présentent pas la même régularité que chez ces derniers. Tout se passe comme si le « potentiel X » de formation des grappes primordiales, disponible pour un œil donné, servait en premier lieu à assurer la fertilité du bourgeon primaire. Lorsque la valeur de ce potentiel est excédentaire il pourra se former une inflorescence primordiale plus ou moins développée dans les bourgeons secondaires, dans les cas contraires ces derniers demeureront cependant stériles.

Par suite des changements considérables qui ont été observés d'une année à l'autre et d'un milieu à un autre, par suite également du faible volume des récoltes enregistrées chez les variétés dont la fertilité de ces

En février 1953 nous avons procédé à l'ablation totale du bois d'un et de deux ans sur 15 souches de 8 variétés de *V. vinifera*, afin de contrôler personnellement la fertilité des yeux du vieux bois qui se sont développés à la suite de cette opération (tableau XLI). Les résultats trouvés montrent que, sauf chez le *Knipperlé*, la fertilité des pousses issues de ces bourgeons est extrêmement faible. Chez tous ces cépages la production finale, du fait des dimensions très réduites des grappes, a d'ailleurs été pratiquement négligeable. Sur des hybrides-producteurs (tableau XLII) nous avons

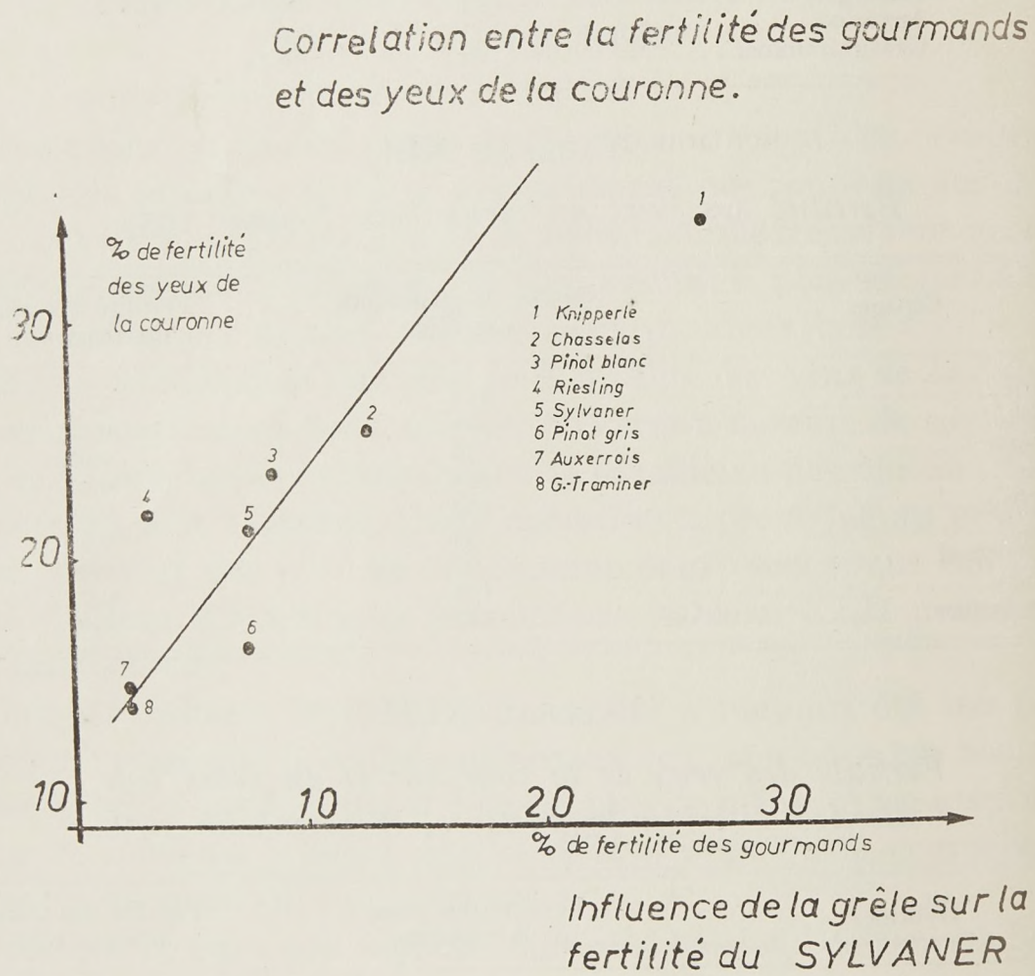


FIG. 22. — Corrélation entre la fertilité des yeux des gourmands et des yeux de la couronne. (Colmar 1953-1954).

observé comme dans le cas des yeux de la couronne une fertilité de quelque importance sur un certain nombre de variétés.

Les yeux du vieux bois provenant pour la plupart d'yeux de la couronne demeurés latents, nous avons voulu nous rendre compte si cette dépendance se retrouvait dans leur fertilité. La figure 22 où l'on a mis en relation la fertilité des deux types de bourgeons, indique bien une liaison qui se trouve d'ailleurs confirmée par le calcul du coefficient de corrélation ($r = + 0{,}89$) qui est largement significatif malgré les différences de fertilité dues à la fluctuation annuelle de ce caractère. Il en est d'ailleurs de même chez les hybrides-producteurs où le coefficient de corrélation est de + 0,78.

Chapitre IV

FERTILITÉ DES YEUX LATENTS DES GOURMANDS

Comme nous l'avons signalé dans les généralités sur les bourgeons de la vigne, les branches à fruits choisies habituellement par le vigneron au moment de la taille, sont des sarments, eux-mêmes fertiles l'année précédente, nés sur du bois de deux ans. C'est ainsi qu'il prend soin d'éliminer les gourmands qui, eux, avaient pris naissance sur du vieux bois, et dont on vient de voir qu'ils sont pratiquement stériles. Cette élimination trouve son explication dans l'opinion généralement admise dans les milieux viticoles que *les yeux de ces gourmands sont eux-mêmes infertiles.*

En fait, plusieurs chercheurs français et étrangers se sont déjà penchés sur la question de la fertilité des yeux des gourmands. Viala et Pechoutre (68) signalent que leur infertilité est constante pour tous les cépages cultivés issus de *V. vinifera* (sauf quelques exceptions), *V. Labrusca, V. Aestivalis, V. Lincecumii*, etc. Les gourmands d'autres espèces comme *V. rupestris, V. riparia* et V. *Monticola* porteraient au contraire de nombreuses petites grappes. Pour J. Branas, G. Bernon et L. Levadoux (11) les yeux des gourmands sont également stériles. A la suite des gelées d'hiver survenues dans le Midi de la France en 1946-47, J. Branas (9) signale cependant un cas de gourmands à yeux fertiles dans la région de Béziers et admet que ce phénomène peut se produire sur des vignes vigoureuses établies dans un sol riche et frais.

L'opinion des auteurs de langue allemande est partagée. Duemler (25) affirme leur infertilité. H. Wolf (71), R. Reiter (59), N. Weger et H. Moog (70), H. Zillig et T. Heymer (73) ont observé des yeux de gourmands fertiles chez le Riesling. G. Scheu (63) remarque également que les yeux peuvent présenter une certaine fertilité chez quelques cépages comme le *Riesling* et le *Muller-Thurgau.*

En vue de reprendre ce problème nous avons procédé à deux séries d'expériences dans des parcelles de vignes peu vigoureuses, établies à Colmar dans un sol d'alluvions vosgiennes, excessivement perméable et aride.

Dans la première série commencée en février 1953, l'ablation totale du bois d'un et de deux ans sur 15 souches des principaux cépages cultivés en Alsace signalée dans le chapitre précédent, nous a permis de contrôler la fertilité des yeux de ces gourmands au printemps 1954. Dans le tableau XLIII nous avons ainsi mis en parallèle les moyennes des contrôles de fertilité des yeux de ces gourmands avec celles des observations effectuées sur les yeux de sarments normaux de souches témoins non traitées et provenant de la même parcelle.

On constatera que nous n'avons non seulement pu noter aucun cas d'infertilité chez les 9 cépages analysés, mais que la fertilité des yeux des gourmands a été plus souvent supérieure à celle des yeux de sarments normaux.

Tableau XLIII

Fertilité des yeux latents des gourmands, Colmar 1954.

Cépages	Fertilité des yeux latents des gourmands	Fertilité des yeux de sarments normaux
Knipperlé	1,99	1,64
Sylvaner	1,82	1.77
Muscat Ottonel	1,49	1,33
Chasselas	1,49	1,19
Riesling	1,36	1,55
Pinot gris	1,35	0,96
Pinot blanc	1,35	1,20
Gewurztraminer	1,34	1,41
Auxerrois	1,30	1,40

Tableau XLIV

Fertilité des yeux de gourmands dont le développement s'est poursuivi en concurrence avec des sarments normaux et poids moyens de leurs grappes.

Cépages	Sarments normaux		Gourmands	
	Fertilité	Poids moyens des grappes (en g)	Fertilité	Poids moyens des grappes (en g)
Chasselas	1,66	122,4	1,93	92,1
	1,30	95,7	1,25	100,4
	1,70	102,5	1,92	99,0
	1,32	110,0	0,91	101,3
Sylvaner	1,63		1,83	
	1,14		1,00	
	1,78		1,50	
Riesling	2,00	60,5	1,84	52,0
	1,20	48,0	1,00	52,5
	2,00	84,5	2,27	79,5
Pinot gris	1,37	54,0	0,80	48,3
	1,18	48,5	0,75	59,0
Gewurztraminer	1,87	26,3	1,76	27,3
	1,14	61,5	1,21	72,0
	1,50	52,0	0,93	58,5

Dans un second essai nous avons voulu nous rendre compte de la fertilité des yeux de gourmands dont le développement s'est poursuivi (sans intervention de notre part) sur des souches comprenant par ailleurs des sarments normaux, c'est-à-dire en concurrence avec ces derniers. Dans ce but nous avons conservé à la taille, en hiver 1954-55 et sur un

certain nombre de souches, un long bois ou branche à fruits constitué par un sarment normal, le second étant un gourmand. Les contrôles de fertilité effectués au printemps 1955 et consignés dans le tableau XLIV montrent qu'ici également les yeux des gourmands étaient parfaitement fertiles. Dans l'ensemble leur fertilité était plus grande que celle des yeux des sarments lorsque leur vigueur propre se trouvait elle-même supérieure et inversement. La pesée des grappes a, d'autre part, révélé qu'il

FIG. 23. — Exemple de fertilité des bourgeons d'un gourmand de Chasselas.

n'existait pas de différence significative entre les raisins des deux provenances (fig. 23 et tableau XLIV).

A la suite des gelées d'hiver de février 1956 nous avons enfin eu l'occasion de revérifier une dernière fois la fertilité des yeux latents des gourmands qui s'étaient développés en assez grand nombre. Ces observations, effectuées en 1957 (tableau XLV), sont absolument concordantes avec celles des années précédentes et montrent que les initiums floraux des bourgeons des gourmands se développent selon les mêmes lois.

Ces résultats nous permettent d'affirmer qu'en ce qui concerne les cépages analysés et quelles que soient leurs conditions de développement, *les yeux des gourmands possèdent la même fertilité que ceux des sarments normaux* de vigueur analogue. La concordance de ces observations autorise à penser que les choses se passent de façon identique chez la majorité des vignes cultivées.

TABLEAU XLV

Fertilité des yeux latents des gourmands, Colmar 1957.

Cépages	Gourmands		Sarments témoins	
	Diamètre (en mm)	Fertilité	Diamètre (en mm)	Fertilité
Pinot gris	11,9	2,08	9,2	1,91
	9,0	1,12	7,9	1,11
	11,5	2,00	9,8	1,64
	12,3	1,60	9,7	1,70
	8,1	0,90	7,7	0,75
Auxerrois	7,7	1,07	6,4	0,75
	9,0	1,36	6,8	0,92
	7,2	1,18	7,9	1,80
	10,5	1,30	9,0	1,18
	8,7	1,60	8,9	1,50
Sylvaner	7,6	1,18	7,4	1,00
	9,9	1,58	9,8	1,69
	11,0	1,82	7,8	1,33
	10,2	1,67	7,2	1,29
	7,3	1,10	8,8	1,62
Pinot blanc	12,0	1,50	8,1	1,72
	9,6	1,44	8,7	1,70
	14,6	2,31	7,6	1,18
	8,1	1,10	8,4	1,54
	7,2	0,88	9,4	1,08
Chasselas	9,7	1,18	9,9	1,18
	11,1	1,91	10,4	1,88
	12,3	2,00	8,7	1,60
	8,2	0,86	10,2	1,85
	8,3	1,00	7,7	1,40
Gewurztraminer	8,4	0,75	8,8	1,60
	13,2	1,30	9,8	1,50
	5,5	0,25	7,8	1,14
	12,8	1,50	8,0	1,18
	10,0	1,91	8,7	1,58
Riesling	9,7	1,72	6,7	1,34
	9,8	2,00	9,4	1,70
	8,5	1,50	9,8	1,52
	10,0	1,58	8,7	1,58
	9,9	2,00	9,0	1,66

Conclusions générales.

L'étude de la fertilité des bourgeons latents de la vigne, telle que nous venons de la faire, nous oblige à souligner une fois de plus *l'influence prépondérante de la vigueur sur la formation des ébauches florales.*

— Sur un même sarment, ce sont les bourgeons dont la mise à fruits a pu se dérouler au moment où le développement de la végétation est le plus intense qui possèdent le plus grand nombre de grappes.

— Sur une même souche, ce sont les rameaux les plus vigoureux qui sont les plus fructifères.

— Dans une même parcelle, ce sont les souches les plus vigoureuses qui présenteront le maximum d'inflorescences.

Dans ces conditions il nous semble logique que les deux facteurs

climatiques les plus importants, la chaleur et l'humidité, puissent jouer l'un ou l'autre ou les deux à la fois un rôle prépondérant dans la fluctuation de la fertilité au cours des années, dans la mesure où la vigueur des plantes dépend elle-même, plus de l'un ou plus de l'autre de ces agents climatiques. Il nous semble non moins normal de ne pas avoir pu mettre en évidence une corrélation négative entre le développement plus ou moins important de la future récolte en raisins et la formation des grappes primordiales, car ce n'est pas au cours des années de grande production que la végétation des vignes est la plus faible.

Dans le même ordre d'idée il serait vraiment difficile de concevoir pourquoi les bourgeons d'un rameau issu d'un bourgeon du vieux bois (gourmand) seraient infertiles ou même moins fertiles que les mêmes bourgeons d'un sarment normal de vigueur identique.

Nos différentes expériences nous ont cependant permis de dégager un certain nombre de faits qui restreignent, sans cependant lui enlever sa primauté, le rôle de la vigueur.

1. — En premier lieu il importe de citer le rôle déterminant du caractère génétique « *fertilité des bourgeons* » des diverses variétés analysées. Cette propriété génotypique ne dépend nullement de la vigueur de la variété en question. C'est ainsi que dans le cas des cépages alsaciens, le *Sylvaner* présente une fertilité aussi grande que le *Riesling* malgré une vigueur beaucoup plus réduite et que le *Pinot gris*, dont la végétation est souvent exubérante, ne possède qu'une fertilité très faible.

2. — De même l'amplitude de fluctuation de la fertilité, c'est-à-dire la sensibilité de ce caractère à l'égard de l'ensemble des facteurs connus et inconnus susceptibles d'exercer une influence sur elle, est très variable sans qu'il soit possible de faire intervenir un rôle quelconque de la vigueur.

3. — Nous avons vu que la relation unissant la vigueur à la fertilité se présente sous une forme curvilinéaire, en d'autres termes qu'à partir d'un certain niveau de vigueur toute augmentation de cette dernière reste pratiquement sans effet sur la fertilité des bourgeons. Ce fait peut être rapproché de ce qu'on observe sur pommiers, par exemple, où la fertilité des arbres croît tout d'abord avec la vigueur mais finit par disparaître lorsque cette dernière devient excessive. Dans le cas de la vigne nous n'avons toutefois jamais pu observer une diminution de fertilité par excès de vigueur, soit parce que le seuil de vigueur nécessaire à cet effet n'a pas été atteint soit par suite d'une différence de comportement des deux types de plante.

4. — A vigueur égale, la fertilité des bourgeons d'une même variété peut être plus ou moins importante selon le porte-greffe utilisé. C'est ainsi que le *5 BB.* et le *125 AA.* semblent presque constamment exercer une influence négative sur la fertilité de leurs greffons.

DEUXIÈME PARTIE

LE DÉVELOPPEMENT VÉGÉTATIF DES BOURGEONS

Un grand nombre de chercheurs se sont intéressés, depuis bien longtemps, au développement végétatif de la vigne : VIALA et PECHOUTRE (68), F. KOEVESSI (42), J. DUFRENOY (24), J. M. GUILLON (35), J. BRANAS, G. BERNON et L. LEVADOUX (11) etc. Ces derniers se sont principalement occupés des transformations subies par la plante au cours du déroulement du cycle végétatif, de l'influence des conditions du milieu sur la croissance et des relations entre la croissance et les modalités d'exploitation rationnelle de la vigne.

A la suite de la mise au point de P. CHOUARD (19) sur les dormances et inhibitions des graines et des bourgeons, et des travaux de P. CHAMPAGNAT (16, 17, 18) sur la diversité des mécanismes de corrélation chez les végétaux, il nous a semblé intéressant d'analyser le développement végétatif de la vigne sous un angle quelque peu différent et d'étudier les corrélations par inhibition entre les divers types de bourgeons, les conditions de dormance des bourgeons latents et le mode de ramification des rameaux ligneux.

Nous nous occuperons en premier lieu des prompts-bourgeons dont nous analyserons successivement le développement normal, puis la croissance après ablation du bourgeon terminal de leur rameau-mère.

Au cours de l'étude des bourgeons latents nous serons amenés à opposer leur comportement sur pousses herbacées à leur devenir sur rameaux d'un an, car le problème des relations entre bourgeons se pose tout différemment dans l'un et dans l'autre cas. En ce qui concerne les rameaux herbacés, nous chercherons principalement à suivre méthodiquement le passage du stade d'inhibition des bourgeons latents à un stade de dormance. Sur sarments d'un an, nous nous préoccuperons de la disparition des phénomènes d'inhibition décrits sur les pousses herbacées, des modalités de la sortie de la dormance, du problème de la ramification et des relations qui unissent les différents facteurs de la croissance pour donner en définitive une expression végétative donnée à une plante de vigne.

PREMIÈRE SECTION

COMPORTEMENT DU BOURGEON-PROMPT

Nous avons déjà signalé (cf. introduction p. 119) que les pousses issues des *prompts-bourgeons*, c'est-à-dire les *entre-cœurs*, se développent en général l'année même de leur formation.

Il semble qu'on soit ici, en présence de « rameaux anticipés » que Spaeth (65) désigne sous le nom de « sylleptische Triebe » et qu'il décrit ainsi :

« Au printemps, lorsque les rameaux se trouvent encore en pleine croissance, les bourgeons axillaires de certains buissons et arbres se développent au fur et à mesure de l'allongement des rameaux-mères sans formation préalable d'écailles et sans passer par une période de repos ». En réalité les modalités de croissance des prompts-bourgeons ont peu intéressé les chercheurs, fort probablement parce que ces organes n'offrent qu'un intérêt pratique réduit en ce qui concerne la technique viticole.

Envisageant le problème d'un point de vue plus général, nous avons suivi la croissance des prompts-bourgeons, d'une part dans des conditions normales mais sur des rameaux-mères de vigueur variable, d'autre part sur des rameaux-mères dont le sommet terminal avait été éliminé au préalable. Nous avons ainsi eu la possibilité d'analyser la corrélation qui unit le bourgeon terminal aux prompts-bourgeons.

Chapitre premier

LE DÉVELOPPEMENT NORMAL DES PROMPTS-BOURGEONS

Au cours des périodes végétatives de 1955 et de 1956 nous avons suivi en détail le devenir des prompts-bourgeons d'un certain nombre de rameaux en voie de croissance, les résultats d'ensemble de ces observations se trouvent consignés dans le tableau XLVI.

I. — Cas de rameaux vigoureux.

Sur des rameaux vigoureux ou moyennement vigoureux la grande majorité des prompts-bourgeons s'est plus ou moins développée. En effet, il n'y a guère que ceux de la base et de l'extrémité qui font exception à cette règle. La figure 24 montre sur un exemple typique les modalités particulières de ces développements. Macroscopiquement, le départ des prompts-bourgeons ne se produit pas immédiatement au voisinage de l'apex du rameau-mère, mais seulement à une distance de 20 à 40 cm du bourgeon terminal en voie de croissance, c'est-à-dire environ 2 à 4 semaines après leur naissance. Le rythme de leur croissance suit sensiblement celui du rameau-mère. C'est ainsi que, sur l'exemple analysé, l'allongement maximum a été observé sur les entre-cœurs ayant pris naissance aux 9e-13e nœuds entre le 12 juin et le 5 juillet, atteignant jusqu'à 330 mm. Par la suite, les prompts-bourgeons se développent de moins en moins, leur croissance se limitant en fin de compte à quelques millimètres.

Tableau XLVI

Développement des prompts-bourgeons sur des rameaux en voie de croissance

(en millimètres)

Palissage	Vigueur des rameaux	Rangs des bourgeons																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Vertical	Vigoureux	0	0	15	155	115	145	245	125	280	60	265	115	330	80	75	105	30	95	150	65	25	45	20	20	15	10	0	3	2	0	0		
	Faible	0	0	0	0	30	10	22	0	50	0	15	8	0	0	0	0	0																
	Moyen	0	0	8	40	30	45	105	25	50	140	70	25	20	30	15	8	18	0	45	0	5	0	10	10	3	0	0	0	0				
	Faible	0	0	5	20	15	8	5	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0															
Oblique	Faible																																	
	Rangs pairs supérieurs.	0	0	0	0	15	20	30	3	3	5	0	2	0	0	0	0	0	0															
	Vigoureux																																	
	Rangs pairs supérieurs.	0	0	4	85	215	30	55	205	145	120	175	115	70	140	45	15	60	15	25	60	15	45	30	40	30	10	30	20	5	5	0	0	0
	Vigoureux																																	
	Rangs pairs supérieurs.	0	3	8	25	60	205	270	90	210	285	90	40	145	45	70	110	50	73	100	130	50	60	20	25	15	15	0	0	0	0	0	0	
	Moyen																																	
	Rangs pairs supérieurs.	0	0	4	30	60	195	45	160	120	50	135	115	35	65	35	45	8	55	8	8	45	12	15	10	3	8	0	0	0	0			

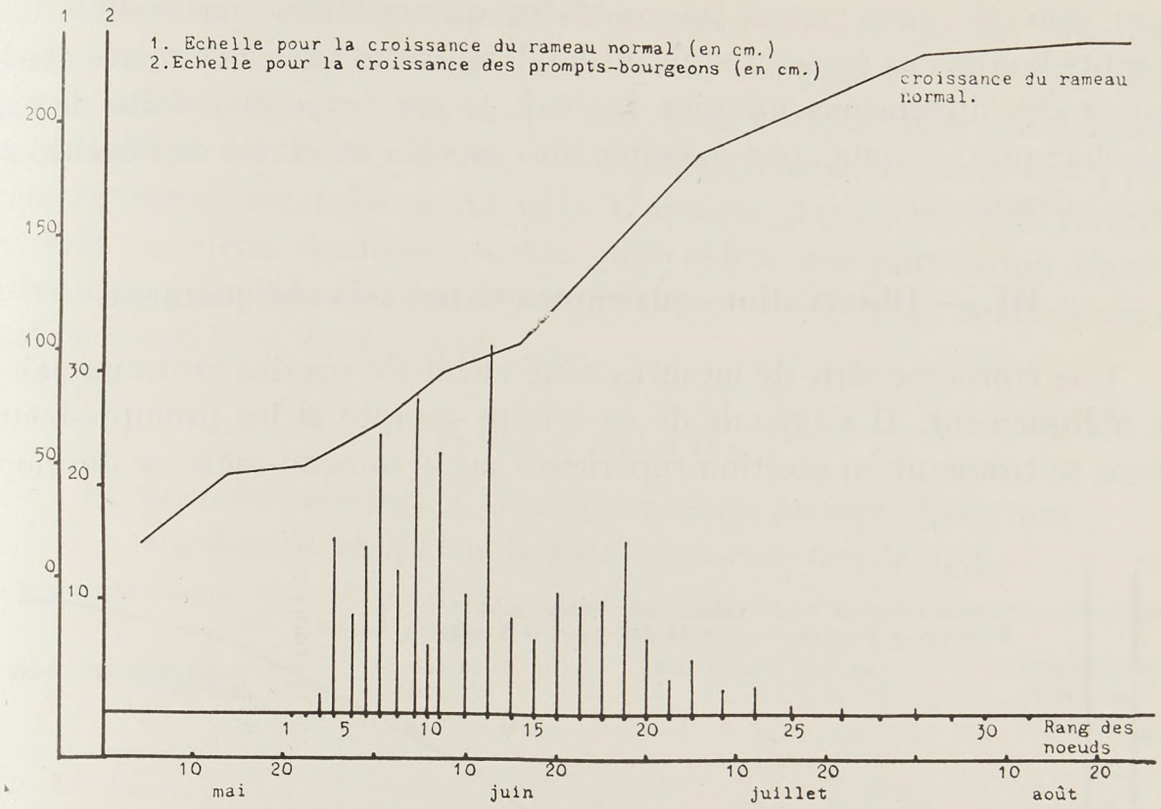


FIG. 24. — Développement des prompts-bourgeons sur rameau vigoureux.

II. — Cas de rameaux faibles.

Le tableau XLVI comprend également des chiffres provenant de rameaux faibles et la figure 25 correspond en ce sens à la figure précé-

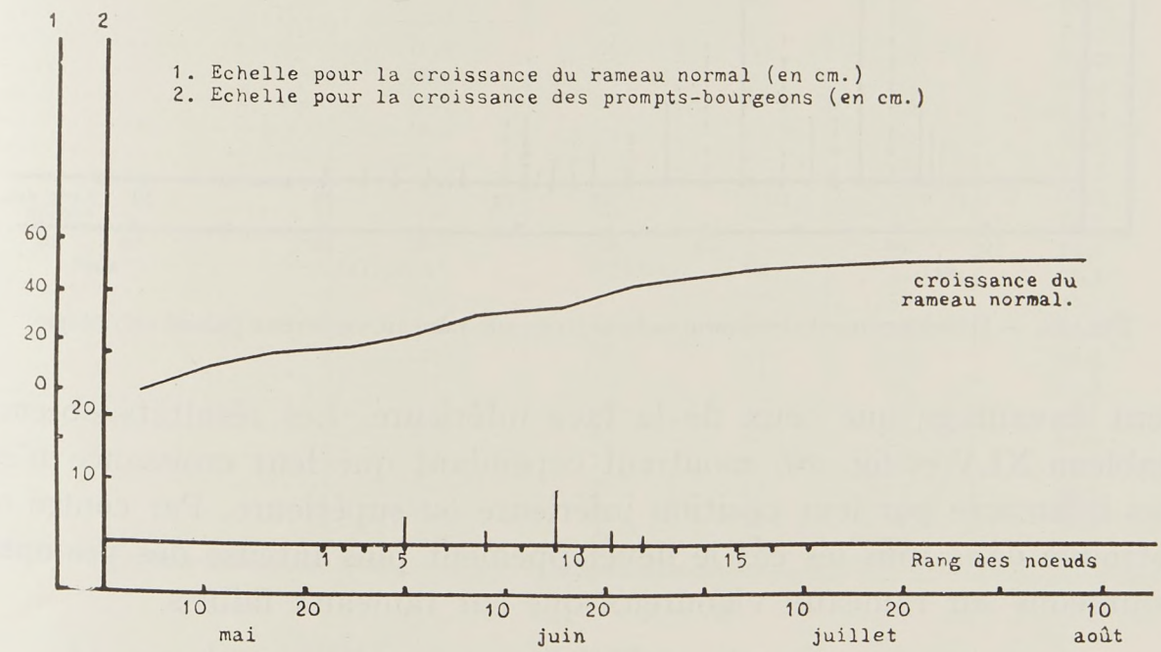


FIG. 25. — Développement des prompts-bourgeons sur rameau faible.

dente. Sur ces rameaux, la grande majorité des prompts-bourgeons ne s'est absolument pas développée, un petit nombre ayant atteint une longueur variant de quelques millimètres à quelques centimètres. De

façon générale nous avons pu constater qu'une croissance visible des prompts-bourgeons ne se produisait que lorsque les rameaux-mères atteignaient des dimensions minima de 20 à 30 cm (exception faite de cas pathologiques comme, par exemple, des souches atteintes de dégénérescence infectieuse).

III. — Observations sur rameaux palissés obliquement.

Une troisième série de mesures a été effectuée sur des rameaux palissés obliquement. Il s'agissait de se rendre compte si les prompts-bourgeons, se trouvant en position supérieure sur le rameau-mère, se dévelop-

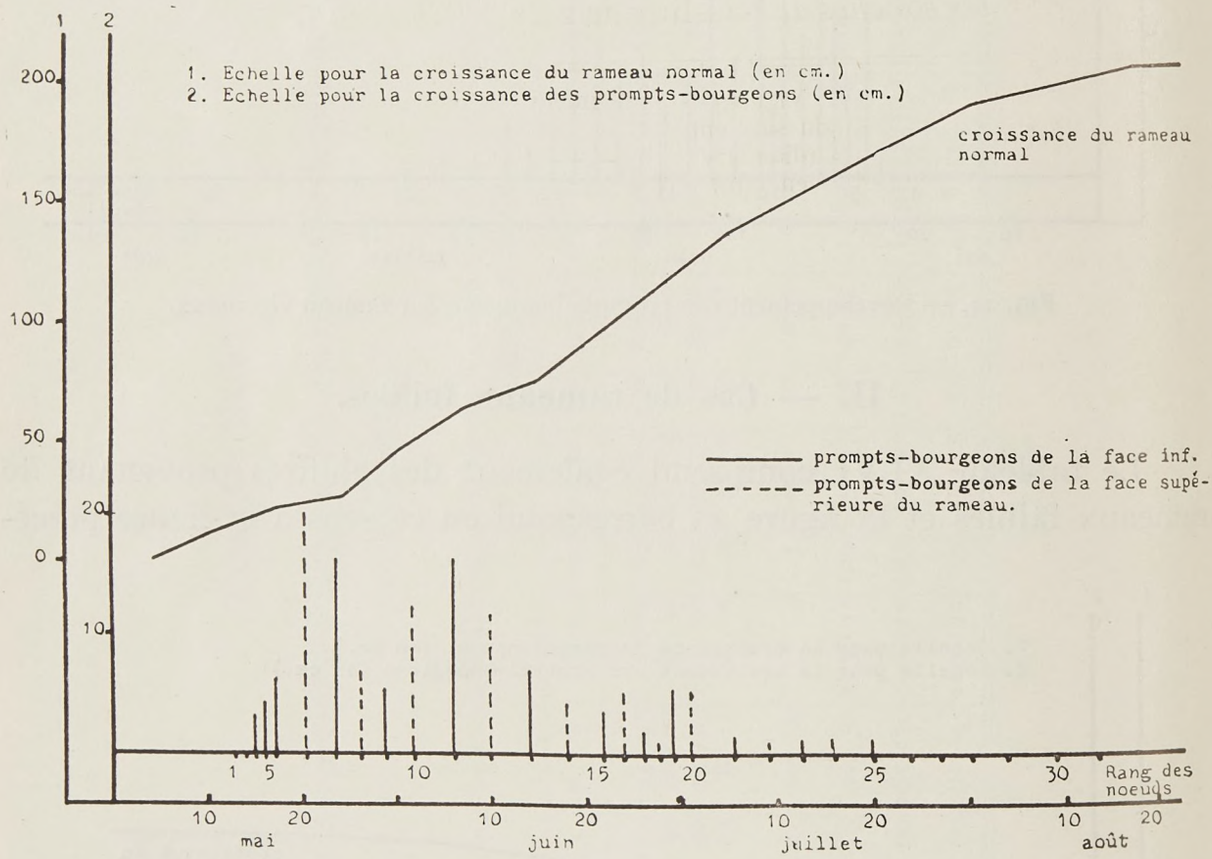


Fig. 26. — Développement des prompts-bourgeons sur rameau vigoureux palissé en oblique.

pent davantage que ceux de la face inférieure. Les résultats obtenus (tableau XLV et fig. 26) montrent cependant que leur croissance n'est pas influencée par leur position inférieure ou supérieure. Par contre on retrouve dans tous les cas le développement plus intense des prompts-bourgeons sur rameaux vigoureux que sur rameaux faibles.

IV. — Observations effectuées sur des plants de deux ans.

D'autres constatations ont pu être faites sur des plants de deux ans d'une jeune plantation de *Riesling*. Sur de telles souches, on a l'habitude de ne laisser se développer qu'un seul rameau et ce dernier atteint sou-

vent de très grandes dimensions, de même d'ailleurs que ses prompts-bourgeons comme on pourra le constater sur la figure 27. Sur une trentaine de ces sarments, nous avons mesuré d'une part leur plus grand diamètre en tant que test de la vigueur et d'autre part les dimensions des 3 plus grands entre-cœurs (tableau XLVII). L'analyse statistique de la relation qui unit ces deux données montre qu'il existe une corrélation significative entre elles (coefficient de corrélation $r = + 0{,}54$; seuil de signification pour P = 0,05 : 0,35).

TABLEAU XLVII

Vigueur des sarments et développement des prompts-bourgeons sur des souches de Riesling *de 2 ans. Ribeauvillé* 1956.

N° d'ordre	Vigueur du sarment (diamètre en mm)	Dimensions des 3 plus grands entre-cœurs (en cm)			Dimensions moyennes (en cm)
		1	2	3	
1	12,6	130	92	87	103,0
2	12,4	111	102	97	103,3
3	12,2	106	98	91	98,3
4	12,0	101	89	85	91,7
5	11,8	91	72	54	72,3
6	11,8	102	100	97	99,7
7	11,6	103	85	74	87,3
8	11,4	97	54	30	60,3
9	11,2	85	78	70	77,7
10	11,2	92	85	69	82,0
11	11,0	72	69	62	67,7
12	11,0	92	81	67	80,0
13	10,8	85	71	62	72,7
14	10,6	67	62	59	62,7
15	10,4	80	72	53	68,3
16	10,4	67	63	42	57,3
17	10,2	71	61	60	64,0
18	10,2	83	80	39	67,3
19	10,0	79	63	39	60,3
20	9,8	66	50	48	54,7
21	9,6	111	71	42	74,7
22	9,6	65	62	51	59,3
23	9,4	71	52	50	57,7
24	9,2	81	60	48	63,0
25	9,2	67	47	43	52,3
26	9,0	59	55	40	51,3
27	8,8	70	41	35	48,7
28	8,6	47	42	37	42,0
29	8,6	71	54	48	57,7
30	8,0	56	43	17	38,7
31	8,0	61	59	37	52,3
32	7,8	58	51	39	49,3

V. — Les différentes possibilités de développement des prompts-bourgeons.

Selon leur emplacement sur le rameau-mère ou selon la vigueur de ce dernier, les prompts-bourgeons sont donc susceptibles de connaître des sorts très différents qu'il importe de préciser :

1. — Dans des conditions de développement optimum comme c'est le cas pour la jeune souche de la figure 27 et de façon générale lorsque leur longueur de croissance atteint au moins une vingtaine de centimètres, une partie plus ou moins importante des entre-cœurs s'aoûte et peut donc subsister l'année d'après. Lorsqu'ils ne sont pas éliminés par la taille, le devenir de leurs bourgeons est identique à celui des yeux des sarments issus d'yeux latents.

2. — Lorsqu'un prompt-bourgeon a atteint des dimensions variant de l'ordre de 3 à 20 centimètres, il subsiste en général jusqu'aux premiers

FIG. 27. — Développement des prompts-bourgeons sur une jeune souche de Riesling.

froids de l'automne ou de l'hiver qui le détruisent et provoquent ensuite sa chute. C'est le cas de l'entre-cœur de la figure 28.

3. — Les entre-cœurs à très faible développement (quelques millimètres) se dessèchent le plus souvent au cours de l'été. Un exemple de ce genre est visible sur la figure 29.

4. — Sur une proportion toujours assez faible mais non négligeable des cas précédents, on assiste à un développement du second œil latent de l'entre-cœur qui se trouve alors accolé au premier (fig. 30). On désigne ce complexe sous le nom d'yeux doubles ou d'yeux jumelés, dont le débourrement au printemps suivant est simultané et dont, naturellement, le plan des feuilles coïncide comme on pourra le constater sur la figure 31.

FIG. 28. — Entre-cœur non aoûté détruit par le froid.

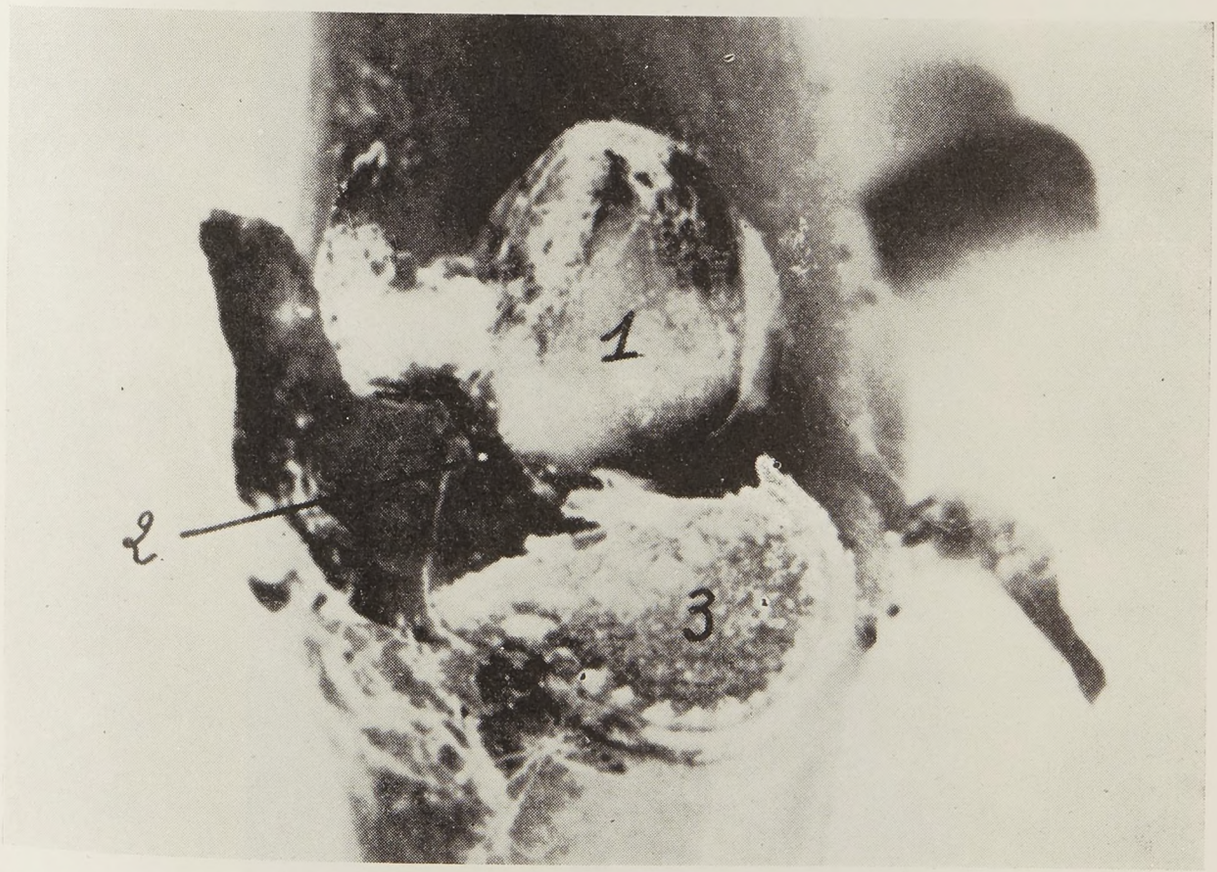


FIG. 29. — Exemple de dessèchement de prompt-bourgeon. — 1 : Bourgeon latent. — 2 : Axe desséché du prompt-bourgeon. — 3 : Plaie de taille du pétiole de la feuille.

FIG. 30. — Exemple de bourgeons doubles (1er et 2e bourgeons latents de l'entre-cœur).

FIG. 31. — Développement de bourgeons doubles du type de la figure 30 : le plan des feuilles des deux pousses coïncide.

FIG. 32. — Développement de bourgeons doubles formés par l'œil latent et le prompt-bourgeon lui-même : les plans des feuilles de deux pousses sont orientés perpendiculairement l'un par rapport à l'autre.

FIG. 33. — Exemple de bourgeons triples.

5. — En plein champ, les prompts-bourgeons qui n'ont pas évolué de façon apparente sont pratiquement tous détruits par les froids de l'hiver, au moins dans les conditions climatiques de l'Alsace. Sur des plants mis en serre, nous avons, par contre, pu observer fréquemment leur survie et leur débourrement normal au début du cycle végétatif suivant. Il s'agit là également d'yeux doubles, mais dans ce cas les plans des feuilles des deux pousses sont orientés perpendiculairement l'un par rapport à l'autre (fig. 32).

6. — Pour terminer, nous citerons un cas beaucoup plus rare et visible sur la figure 33, où l'on se trouve en présence d'yeux triples comprenant l'œil latent normal, le second œil latent du prompt-bourgeon et, au centre, ce dernier lui-même, qui a subsisté exceptionnellement.

VI. — Conclusions.

Il ressort de ces observations que les différentes possibilités de développement des prompts-bourgeons sont essentiellement influencées par la vigueur de leur rameau-mère, les deux facteurs étant liés par une corrélation positive.

On retiendra également que même sur des rameaux très vigoureux, la croissance active des prompts-bourgeons ne se produit que lorsque ces derniers se trouvent à une distance de 20 à 40 cm du bourgeon terminal.

Par suite du développement ou du dessèchement quasi-total des prompts-bourgeons, il ne nous a pas été possible d'effectuer l'analyse d'une éventuelle entrée en dormance de ces bourgeons.

Sur les plants en serre où nous avons pu conserver un certain nombre de prompts-bourgeons vivants, nous avons cependant observé que les conditions de leur évolution, au cours du cycle végétatif suivant, se produisaient à la même époque que le bourgeon latent correspondant (cf. p. 217 et tableau LVIII). Ce fait permet de penser que les prompts-bourgeons demeurés latents subissent une dormance analogue à celle des bourgeons latents proprement dits : s'il s'agissait uniquement d'une inhibition, il est probable que leur développement se serait produit nettement avant celui des bourgeons latents ou au moins selon des modalités différentes.

Chapitre II

CORRÉLATION ENTRE LES PROMPTS-BOURGEONS ET LE BOURGEON TERMINAL

On vient de voir que, dans la grande majorité des cas, la longueur des entre-cœurs reste très réduite par rapport à celle de leurs rameaux-mères. Mais il arrive que, pour des causes variées, le bourgeon terminal

soit détruit et il est admis que le ou les prompts-bourgeons les plus rapprochés du sommet voient alors leur croissance fortement activée surtout en période d'allongement intense.

Dans le but d'analyser de plus près cette corrélation entre prompts-bourgeons et bourgeon terminal, nous avons effectué, en 1955 et 1956, deux séries d'expériences. Au cours de la première, nous n'avons décapité qu'un seul rameau par souche, alors qu'au cours de la seconde série nous avons fait varier la proportion de rameaux décapités par souche.

I. — Corrélation dans les cas d'une seule décapitation de rameau par souche.

Les résultats d'ensemble des observations faites à la suite de ces décapitations se trouvent réunis dans le tableau XLVIII.

TABLEAU XLVIII

Influence de l'ablation du bourgeon terminal sur le développement des prompts-bourgeons.

N° des souches	Croissance (en cm) entre la date de décapitation (5 mai 1955) et l'arrêt de croissance de :		
	1 Rameaux non décapités	2 Prompts-bourgeons après décapitation du bourgeon terminal	3 Prompts-bourgeons de même rang sans décapitation du bourgeon terminal
1	60	28	3
2	135	30	8
3	97	33	7
4	53	25	5
5	73	12	3
6	20	22	0
7	168	48	21
8	58	34	1
9	83	32	6
10	84	18	10
11	40	31	3
Moyennes	79 cm	28 cm	6,1 cm

Les ablations de bourgeons terminaux n° 1 à n° 5 ont été effectuées sur des souches de *Chasselas* le 5 mai, soit une dizaine de jours après le débourrement, au-dessus du 4e nœud. En fin de croissance, on a pu constater :

a) Que le développement des prompts-bourgeons de ce nœud, bien que toujours supérieur à celui des prompts-bourgeons de rangs inférieurs, n'a jamais égalé celui des rameaux témoins non décapités. On ne peut donc prétendre que ces prompts-bourgeons aient remplacé les bourgeons terminaux de ces rameaux.

b) Que le développement de ces mêmes prompts-bourgeons a cependant été très supérieur à celui des prompts-bourgeons de même rang qui se trouvaient sur les rameaux-témoins non décapités.

Les ablations n° 6 à n° 8 ont eu lieu le 20 mai, sur *Pinot blanc* et sur des souches plus faibles que chez le *Chasselas*. Les remarques à formuler restent les mêmes que dans le cas précédent. Le 5 juin, toujours sur Pinot blanc, quelques écimages ont été réalisés au-dessus du 10e nœud, il s'agit des exemples n° 9 à n° 11. La croissance des prompts-bourgeons est restée du même ordre de grandeur et les constatations demeurent encore identiques.

II. — Corrélation dans le cas où la proportion des décapitations par souche est variable.

En réalité, l'expérience précédente n'a pas donné tous les résultats escomptés car nous avions déjà eu l'occasion de voir, à plusieurs reprises, des cas où le développement des entre-cœurs était beaucoup plus important. Estimant qu'il n'était pas exclu que cette croissance relativement faible pouvait être due à une concurrence des rameaux voisins, nous avons repris, au cours de 1956, cette question en faisant varier la proportion des décapitations par souche selon les schémas de la figure 34.

Les ablations ont été effectuées comme l'année précédente sur *Chasselas* et *Pinot blanc* et au-dessus du 4e nœud. Les résultats obtenus sont les suivants :

a) Décapitation de la totalité des rameaux des souches

	Chasselas	Pinot blanc
Développement moyen des prompts-bourgeons....	119,6 cm	81,2 cm
Développement moyen des rameaux des souches témoins.....	148,6 cm	105,5 cm
Dimensions proportionnelles des entre-cœurs par rapport à celles des rameaux témoins.....	80,4 %	76,9 %

b) Décapitation de la totalité des rameaux d'un long bois par souche, les rameaux du second long bois servant de témoins

	Chasselas	Pinot blanc
Développement moyen des prompts-bourgeons....	97,1 cm	98,2 cm
Développement moyen des rameaux témoins.....	110,8 cm	125,0 cm
Dimensions proportionnelles des entre-cœurs par rapport à celles des rameaux témoins.....	87,6 %	78,4 %

c) Décapitation de la moitié des rameaux d'un long bois, ceux de l'autre moitié servant de témoins

L'hypothèse d'une polarité des phénomènes analysés n'étant *a priori*, pas à exclure, nous avons envisagé séparément les cas où les ablations ont été effectuées à l'extrémité des longs bois et ceux où elles ont eu lieu sur la moitié inférieure.

1. — *Ablations à l'extrémité des longs bois :*

	Chasselas	Pinot blanc
Développement moyen des prompts-bourgeons	83,5 cm	54,7 cm
Développement des rameaux témoins	156,5 cm	145,9 cm
Dimensions proportionnelles des entre-cœurs.....	53,3 %	37,5 %

2. — *Ablations des rameaux de la moitié inférieure des longs bois :*

	Chasselas	Pinot blanc
Développement moyen des prompts-bourgeons	57.5 cm	50,2 cm
Développement des rameaux témoins	131,2 cm	143,8 cm
Dimensions proportionnelles des entre-cœurs.....	43,8 %	34,9 %

d) Alternance double des ablations et des témoins

	Chasselas	Pinot-blanc
Développement moyen des prompts-bourgeons	55,4 cm	48,0 cm
Développement des rameaux témoins	172,7 cm	141,4 cm
Dimensions proportionnelles des entre-cœurs.....	32,1 %	33,9 %

e) Alternance simple des ablations et des témoins :

	Chasselas	Pinot blanc
Développement moyen des prompts-bourgeons	50,7 cm	22,0 cm
Développement des rameaux témoins	123,0 cm	96,0 cm
Dimensions proportionnelles des entre-cœurs.....	41,2 %	22,9 %

f) Cas d'une seule décapitation par souche :

	Chasselas	Pinot blanc
Développement moyen des prompts-bourgeons	83,3 cm	29,3 cm
Développement des rameaux témoins	203,0 cm	147,7 cm
Dimensions proportionnelles des entre-cœurs.....	41,0 %	19,8 %

Ces observations prouvent le bien fondé de l'hypothèse émise au début de ce paragraphe. Lorsque les décapitations ont lieu sur la totalité des rameaux d'une souche ou d'un long bois, les entre-cœurs prennent « véritablement » le relai du bourgeon terminal disparu et peuvent atteindre des dimensions du même ordre de grandeur que des rameaux normaux. Dans tous les autres cas, la croissance des prompts-bourgeons a été considérablement handicapée, surtout sur les souches les moins vigoureuses. Une polarité de cet effet de concurrence n'a pas été décelée.

III. — Conclusion.

De l'ensemble des faits analysés il ressort que le bourgeon terminal exerce indubitablement une *inhibition corrélative* sur le développement des prompts-bourgeons. Cette inhibition peut être totale sur des rameaux de très faible vigueur, elle est beaucoup plus lâche sur des rameaux vigou-

reux. Sur ces derniers, les prompts-bourgeons semblent être « libérés » à partir du moment où la distance qui les sépare du bourgeon terminal atteint 20 à 40 cm.

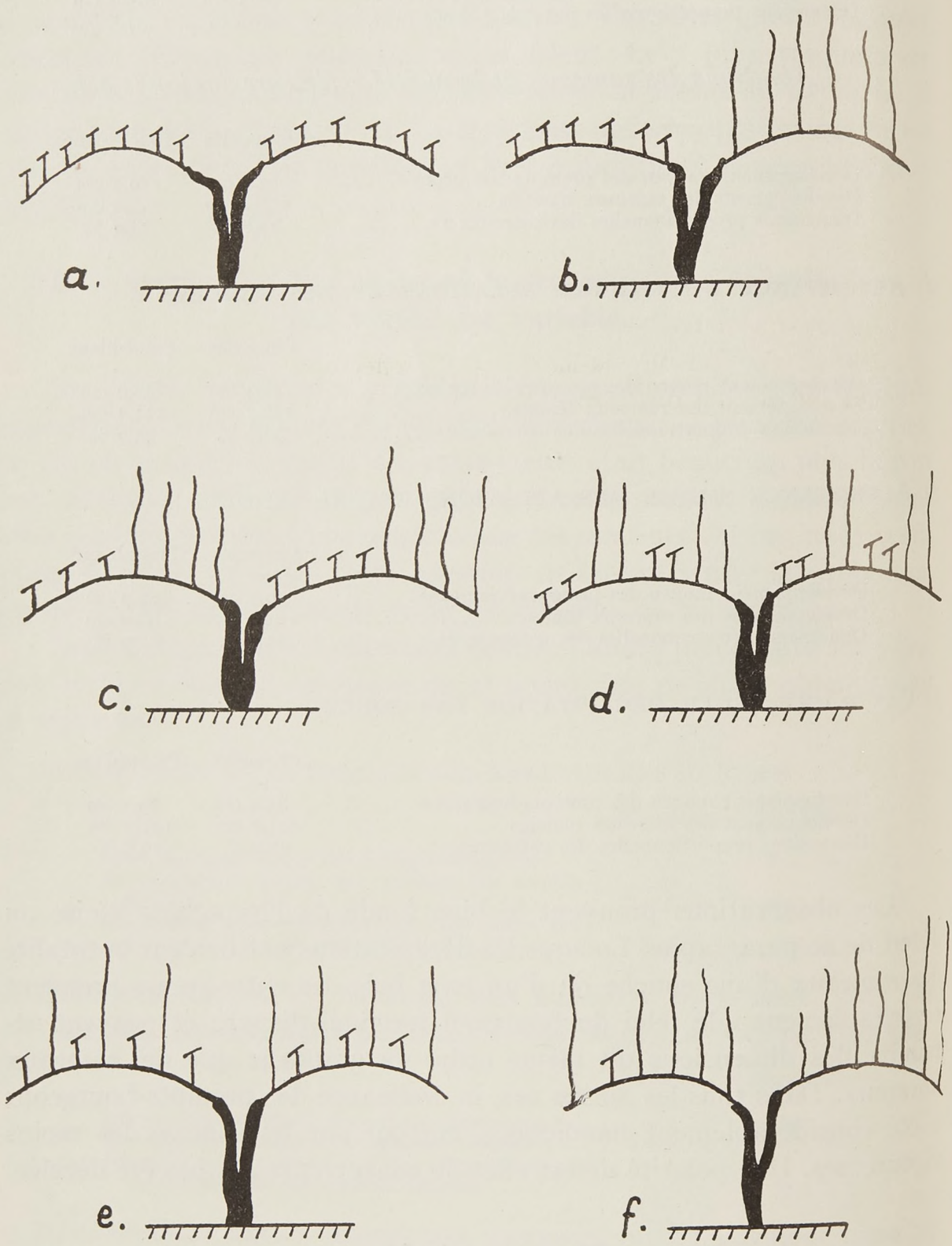


FIG. 34. — Schéma des différents types de décapitation.

La disparition accidentelle du bourgeon terminal stimule, dans tous les cas le départ et la croissance du ou des prompts-bourgeons qui se trouvent le plus près de l'extrémité épargnée. Dans les cas les plus défa-

vorables, les entre-cœurs ont atteint une longueur à peu près quintuple de celle des rameaux non écimés (tableau XLVIII). Dans les cas les plus favorables, leur comportement a été voisin de celui de rameaux normaux.

Il semble bien que nous nous trouvons ici en présence du mécanisme d'inhibition par corrélation décrit par P. Champagnat (17) sur *Butula verrucosa*, inhibition qui résulterait en définitive de l'équilibre entre deux facteurs antagonistes :

— l'inhibition auxinique par le bourgeon terminal ;

— l'action stimulante de la vigueur.

Dans cet ordre d'idée, il paraît intéressant de signaler que sur des souches atteintes de dégénérescence infectieuse (court-noué), on peut très souvent observer un développement anormal de prompts-bourgeons sur rameaux-mères pourtant faibles. Or, deux auteurs allemands, W. Maier et G. Mittmann-Maier (51), effectuant des recherches sur la teneur en auxine des bourgeons de rameaux de vigne, ont montré que les sommets végétatifs provenant de souches qui présentaient ce symptôme (Reisigkrankheit) contenaient nettement moins d'auxine que les sommets prélevés sur des souches saines. Il serait alors logique d'admettre que ces développements anormaux des prompts-bourgeons soient rendus possibles *non pas par l'action stimulante de la vigueur, mais par la disparition de l'inhibition auxinique du bourgeon terminal.*

Deuxième section

COMPORTEMENT DU BOURGEON LATENT

Chapitre premier

INHIBITION ET ENTRÉE EN DORMANCE DU BOURGEON LATENT

La description et la signification morphologique de l'œil latent ainsi que son comportement l'année de sa formation ont déjà été analysés au début de ce travail de sorte qu'il ne paraît plus nécessaire de revenir longuement sur cette évolution, caractérisée extérieurement par le développement d'un bourgeon principal et de plusieurs bourgeons secondaires. Une coupe effectuée en fin de cycle végétatif (fig. 67) y révèle l'existence, à l'état d'ébauches, d'un nombre plus ou moins grand d'articles du futur rameau.

On sait qu'un bourgeon peut demeurer en repos pour deux causes fondamentales : *l'inhibition par corrélation et la dormance.*

Ainsi que l'a défini P. Chouard (19), la cause de l'inhibition est exté-

rieure à l'organe en repos, alors que la cause de la dormance réside, au contraire, dans l'organe dormant lui-même. *Théoriquement*, la distinction entre dormance et inhibition est aisée : lorsqu'on lève la cause de l'inhibition d'un bourgeon en le séparant mécaniquement du territoire qui la provoque et que la période du cycle végétatif de la plante considérée est favorable à la croissance, le bourgeon en question commence à s'allonger. Par contre, l'isolement d'un bourgeon dormant demeure sans résultats sur ce dernier. *Pratiquement* cette distinction n'est pas toujours aussi simple qu'on pourrait le penser : d'une part il existe, en effet, des éléments inhibiteurs divers (bourgeon terminal, feuilles, tiges) dont tous ne sont peut-être pas encore connus, d'autre part le comportement des différentes espèces vis-à-vis de ces éléments n'est pas identique dans tous les cas.

En ce qui concerne les bourgeons latents de la vigne, nous tenterons donc d'établir expérimentalement la distinction entre ces deux phénomènes et d'analyser le passage de l'état d'inhibition corrélative à l'état de dormance des différents bourgeons latents d'un rameau herbacé.

I. — ESSAIS DE FORÇAGE DES BOURGEONS LATENTS

A. — Observations préliminaires.

Au cours d'une première série d'expériences effectuée en 1953 nous avons tout d'abord voulu nous assurer de la possibilité de provoquer le départ prématuré des bourgeons latents sur les rameaux herbacés, possibilité qui avait d'ailleurs déjà été signalée, sans commentaire spécial, par Muller-Thurgau (55).

Voici le détail des opérations tentées, en 1953, à différentes époques de la période végétative.

a) Décapitations du bourgeon terminal (fig. 35 *a*).

Ces écimages n'ont jamais provoqué de départ de bourgeons latents. Par contre la croissance des prompts-bourgeons a été fortement stimulée. Ce phénomène a été analysé en détail dans la section précédente.

b) Ablations des prompts-bourgeons (fig. 35 *b*).

Sur un certain nombre de rameaux et tout au long de leur croissance nous avons procédé à l'ablation des prompts-bourgeons au fur et à mesure de leur apparition : comme dans le cas précédent, aucun bourgeon latent n'a débourré.

c) Ablations simultanées des prompts-bourgeons et du bourgeon terminal (fig. 35 *c*).

Les écimages ont eu lieu au-dessus du 10e œil avec des succès différents. Effectuées vers la mi-juin, ces opérations ont provoqué le départ d'un ou de deux bourgeons latents qui ont atteint 15 à 40 cm de longueur. Six semaines après, ces ablations sont demeurées sans effet.

d) Pincement du bourgeon terminal et ablation de la totalité des prompts-bourgeons, sauf celui du nœud situé immédiatement au-dessous de la section (fig. 35 *d*).

Aucun œil latent ne s'est développé.

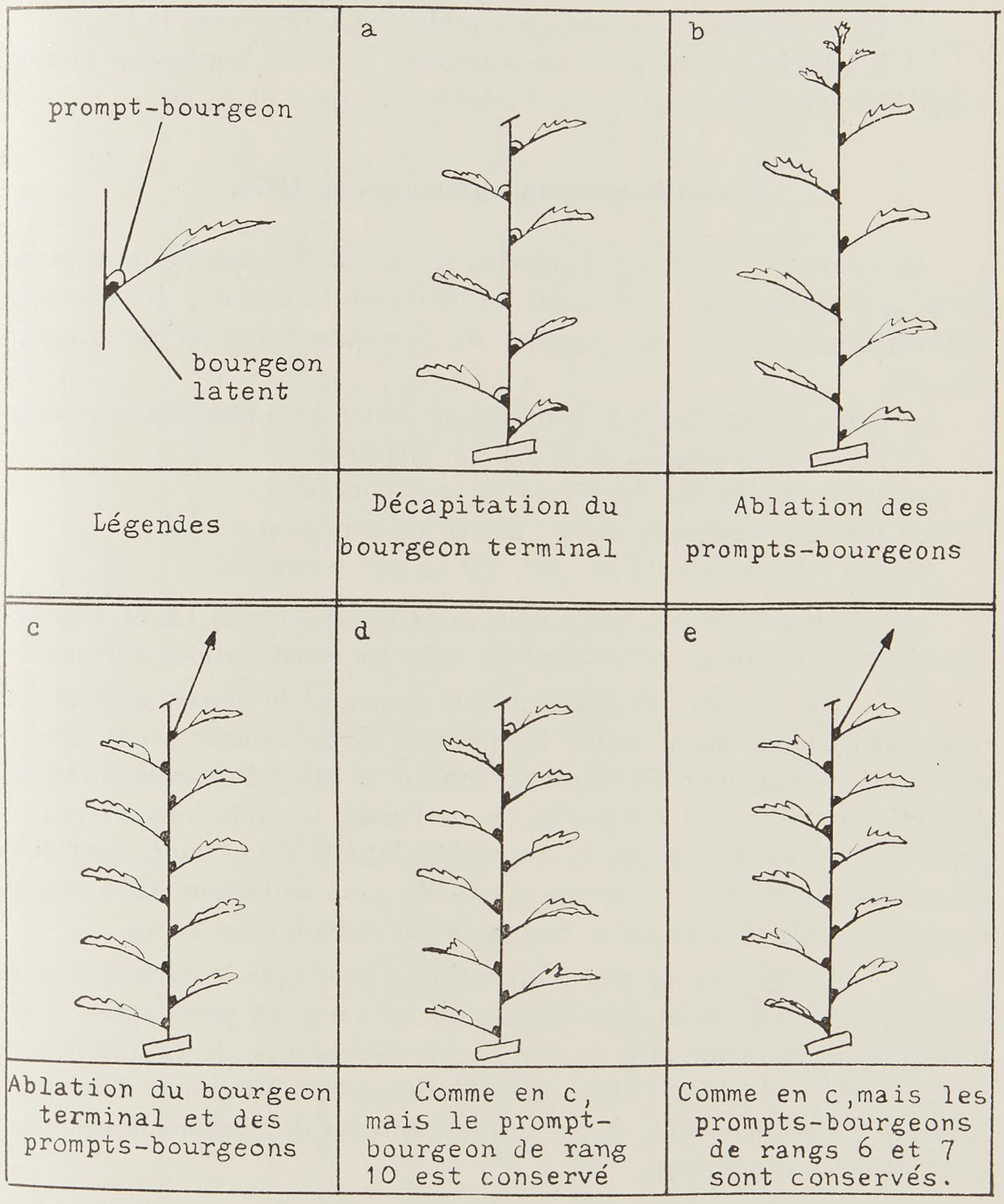


FIG. 35. — Essais de forçage des bourgeons latents.
Observations préliminaires.

e) Même opération, mais nous avons épargné, dans ce cas, les 2 prompts-bourgeons des rangs 6 et 7 (fig. 35 *e*). En juin, nous avons assisté au débourrement du bourgeon latent du dernier nœud conservé.

Ces différents résultats nous ont surtout servi de base pour la réali-

sation d'expériences systématiques dont le compte rendu va suivre. Ils permettent cependant dès à présent de faire quelques remarques.

— Le départ prématuré des yeux latents n'est rendu possible que par l'élimination simultanée du bourgeon terminal et des prompts-bourgeons.

— Cette possibilité de forçage semble disparaître avec le temps.

— L'inhibition des prompts-bourgeons sur les bourgeons latents paraît être polarisée en direction basipète (fig. 35 *d* et 35 *e*).

B. — Observations effectuées en 1954.

Au cours de l'été 1954, l'ablation de la totalité des prompts-bourgeons, accompagnée du pincement du bourgeon terminal, a été effectuée systématiquement sur des souches de *Gewurztraminer* et de *Riesling* (fig. 36).

1er juin : au-dessus du 5e bourgeon (à partir de la base des rameaux).

17 juin : au-dessus du 5e et du 10e bourgeon.

30 juin : au-dessus du 5e, 10e et 15e bourgeon.

12 juillet : au-dessus du 5e, 10e et 15 bourgeon.

5 août : au-dessus du 5e, 10e, 15e et 20e bourgeon.

Les résultats d'ensemble, réunis dans le tableau XLIX et schématisés dans la figure 36 permettent de faire les constatations suivantes :

1. — Le 1er juin, les ablations ont provoqué le départ général des bourgeons latents du 5e rang ; les pousses correspondantes ont atteint 9 à 25 cm de longueur. La figure 37 montre le cas 3 du *Gewurztraminer*. A partir du 17 juin et jusqu'à la fin de l'essai, les ablations n'ont plus provoqué le départ anticipé de bourgeons latents du 5e rang, sauf dans un cas chez le *Riesling*, avec une pousse de 4 cm seulement. La figure 38 permet de voir un cas où le bourgeon est demeuré en repos.

2. — Le 17 juin, la même opération a provoqué le départ,dans les 8 jours, de tous les bourgeons latents du 10e rang. 15 jours après, 4 sur 6 bourgeons du même rang se sont encore développés ; le 12 juin la proportion est tombée à un tiers. Les ablations du 5 août sont demeurées sans effet. Parallèlement, on remarquera que les dimensions des pousses sont allées en diminuant.

3. — Les ablations au niveau du 15e nœud ont commencé le 30 juin et ont été suivies par un débourrement général des yeux latents, se traduisant par des pousses de 13 à 55 cm de long (exemple fig. 39). A la suite du 12 juillet, il n'y a eu que 3 départs. Les ablations du 5 août n'ont plus provoqué de réaction sur le *Gewurztraminer* (exemple fig. 40), alors que 2 yeux de *Riesling* amorcèrent encore un léger développement au cours de septembre.

TABLEAU XLIX

Influence du pincement des sommets végétatifs avec ablation des prompts-bourgeons sur le développement des bourgeons latents.

Colmar 1954

Rangs des pincements	Cépages	Dates des ablations et pincements				
		1er juin	17 juin	30 juin	12 juin	5 août
Au-dessus du 5e bourgeon	Gewurztraminer	1. départ : 12 cm 2. départ : 9 cm 3. départ : 25 cm	1. pas de départ 2. pas de départ 3. pas de départ	1. pas de départ 2. pas de départ 3. pas de départ	1. pas de départ 2. pas de départ 3. pas de départ	1. pas de départ 2. pas de départ 3. pas de départ
	Riesling	1. desséché 2. départ 17 cm 3. départ 12 cm	1. pas de départ 2. départ 4 cm 3. pas de départ	1. pas de départ 2. pas de départ 3. pas de départ	1. pas de départ 2. pas de départ 3. pas de départ	1. pas de départ 2. pas de départ 3. pas de départ
Au-dessus du 10e bourgeon	Gewurztraminer		1. départ 24 cm 2. départ 15 cm 3. départ 25 cm	1. départ 15 cm 2. départ 5 cm 3. pas de départ	1. pas de départ 2. pas de départ 3. départ 7 cm	1. pas de départ 2. pas de départ 3. pas de départ
	Riesling		1. départ 19 cm 2. départ 14 cm 3. départ 30 cm	1. pas de départ 2. départ 4 cm 3. départ 12 cm	1. départ 3 cm 2. pas de départ 3. pas de départ	1. pas de départ 2. pas de départ 3. pas de départ
Au-dessus du 15e bourgeon	Gewurztraminer			1. départ 40 cm 2. départ 13 cm 3. départ 17 cm	1. pas de départ 2. départ 8 cm 3. départ 24 cm	1. pas de départ 2. pas de départ 3. pas de départ
	Riesling			1. départ 55 cm 2. départ 30 cm 3. départ 35 cm	1. pas de départ 2. pas de départ 3. départ 3 cm	1. départ 1 cm 2. départ 1 cm 3. pas de départ
Au-dessus du 20e bourgeon	Gewurztraminer					1. départ 22 cm 2. départ 12 cm 3. départ 6 cm
	Riesling					1. départ 6 cm 2. départ 5 cm 3. pas de départ

4. — Ce n'est que vers le 5 août qu'il fut possible d'effectuer l'essai au niveau du 20e bourgeon. Nous avons cependant pu observer 5 départs et des tailles de 5 à 22 cm.

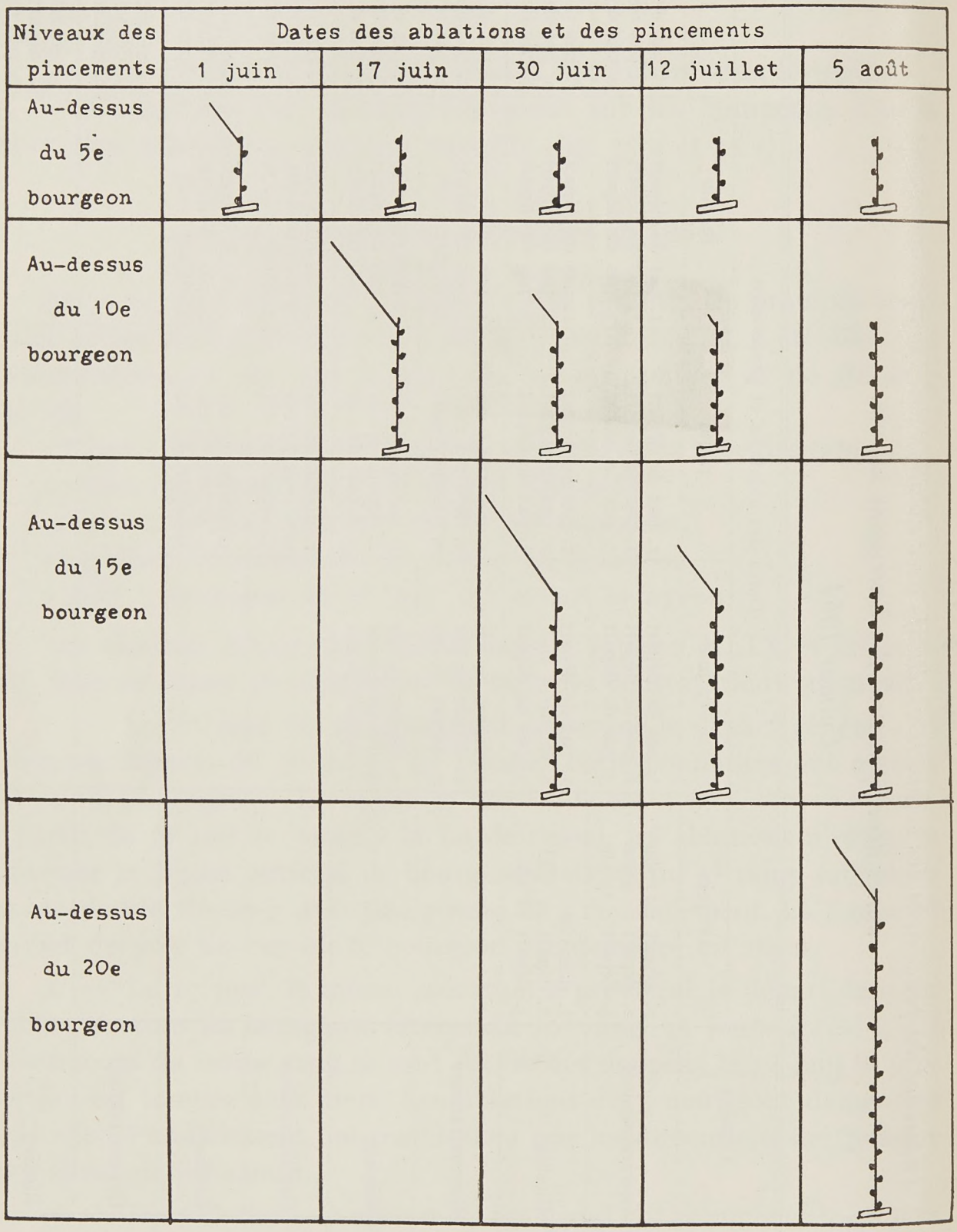


FIG. 36. — Essai de forçage des bourgeons latents effectué en 1954 : le devenir des bourgeons est représenté par une ligne oblique.

L'ensemble de ces faits précise, sans les contredire, les observations de l'année précédente :

Le pincement du bourgeon terminal et l'ablation des prompts-bourgeons

TABLEAU L. — *Influence du pincement des sommets végétatifs avec ablation des prompts-bourgeons sur le développement des bourgeons latents. Colmar 1955.*

Rang des pincements	Cépages	Vigueur des rameaux mères	17 mai (1)			2 juin			15 juin			29 juin			12 juillet			26 juillet			8 août		
			(2) D ou ND	(3) N	(4) L	D ou ND	N	L	D ou ND	N	L	D ou ND	N	L	D ou ND	N	L	D ou ND	N	L	D ou ND	N	L
5e œil	Gewurztraminer	vig. 1	D	30	10	D	20	3	ND			D	18	22	D	14	24	ND			ND		
		vig. 2	D	30	21	D	21	15	ND			D	18	21	D	22	15	D	24	4	ND		
		vig. 3	D	30	5	D	20	23	D	19	12	D	17	30	ND			ND			ND		
		faible 1	D	37	7	D	25	2	ND			D	18	21	ND			ND			ND		
		faible 2	D	42	2	D	23	2	ND			ND			ND			ND			ND		
		faible 3	D	42	1	ND			D	23	1	ND			D	27	11	ND			ND		
	Pinot blanc	vig. 1	D	33	16	D	25	35	D	21	19	ND			D	19	10	ND			ND		
		vig. 2	D	32	37	D	28	15	ND			ND			D	24	15	ND			ND		
		vig. 3	ND			ND			ND			ND			ND			ND			ND		
		faible 1	ND			ND			ND			ND			ND			ND			ND		
		faible 2	ND			ND			ND			ND			ND			ND			ND		
		faible 3	ND			ND			ND			ND			ND			ND			ND		
10e œil	Gewurztraminer	vig. 1							D	10	51	D	16	31	D	15	37	D	20	13	ND		
		vig. 2							D	12	38	D	16	43	D	15	32	ND			ND		
		vig. 3							D	12	cassé	D	16	72	D	15	41	D	20	9	ND		
		faible 1							D	20	26	D	16	27	D	20	9	ND			ND		
		faible 2							D	26	29	D	56	3	D	20	6	D	22	2	ND		
		faible 3							D	26	25	ND			ND			D	20	3	ND		
	Pinot blanc	vig. 1							D	23	6	D	22	30	D	8	20	D	25	4	ND		
		vig. 2							ND			D	23	15	D	16	11	ND			ND		
		vig. 3							ND			D	19	62	D	14	25	ND			ND		
		faible 1							D	21	3	ND			D	33	1	D	30	1	ND		
		faible 2							ND			ND			D	18	8	ND			ND		
		faible 3							ND			ND			D	26	7	ND			ND		
15e œil	Gewurztraminer	vig. 1										D	14	52	D	13	44	D	17	16	ND		
		vig. 2										D	16	75	D	15	30	D	18	13	ND		
		vig. 3										D	16	58	D	15	31	D	17	14	ND		
		faible 1										D	16	53	cassé			D	18	9	ND		
		faible 2										D	16	30	D	18	14	D	18	12	ND		
		faible 3										D	17	28	ND			ND			ND		
	Pinot blanc	vig. 1										D	21	48	D	17	39	D	28	5	ND		
		vig. 2										D	25	22	D	18	22	D	28	3	ND		
		vig. 3										D	23	38	D	34	9	D	21	12	ND		
		faible 1										D	27	23	D	34	5	D	34	1	ND		
		faible 2										D	32	12	D	37	2	ND			ND		
		faible 3										D	31	10	D	34	4	ND			ND		
20e œil	Gewurztraminer	vig. 1													D	12	48	D	21	26	D	15	7
		vig. 2													D	13	30	D	17	21	D	18	3
		vig. 3													ND			D	21	19	D	15	5
	Pinot blanc	vig. 1																D	22	13	ND		
		vig. 2																D	19	13	ND		
		vig. 3																D	22	6	ND		

(1) Dates des pincements et ablations.
(2) D = départ, ND = non départ des bourgeons latents.
(3) N = nombre de jours écoulés entre la date des pincem.
(4) L = développement des bourgeons en cm.

FIG. 37. — Le pincement du sommet végétatif au-dessus du 5e nœud et les ablations des prompts-bourgeons effectués le 1-6-54 ont provoqué le départ anticipé de l'œil latent de ce nœud (+).

FIG. 38. — La même opération effectuée après le 17-6-54 n'a plus été capable de provoquer ce départ (*X*).

« libèrent » effectivement les bourgeons latents. A un niveau donné la levée de cette inhibition corrélative se limite aux 4 à 6 semaines qui suivent leur apparition sur le rameau-mère. Durant cette période, cette faculté se perd progressivement.

C. — Observations effectuées en 1955.

En 1955, nous avons refait les mêmes opérations que l'été précédent en utilisant, à côté du *Gewurztraminer*, le *Pinot blanc*. Pour plus de pré-

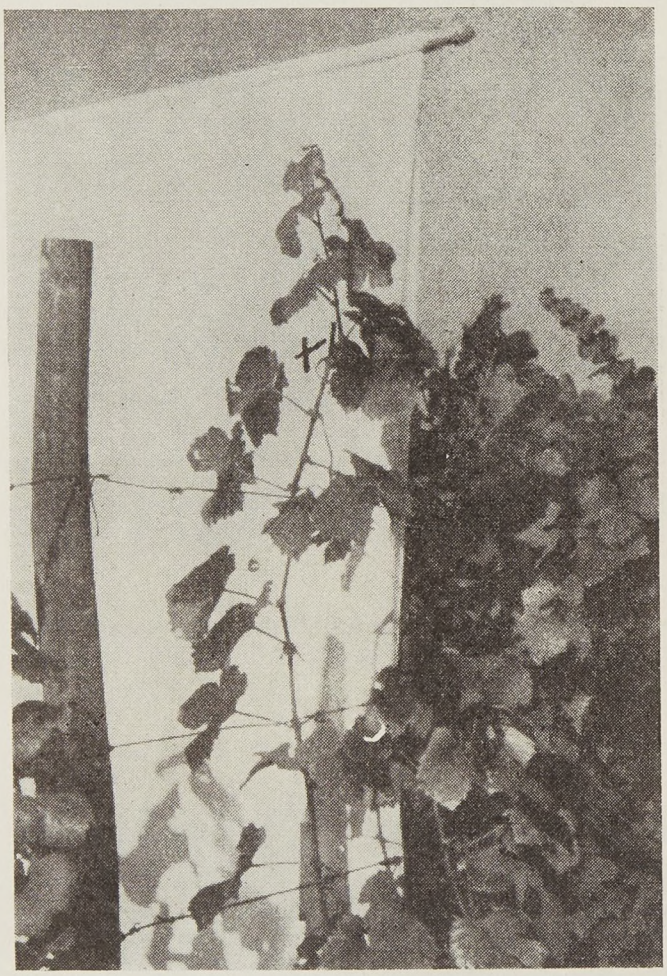


FIG. 39. — Le pincement du sommet végétatif au-dessus du 15e œil et les ablations des prompts-bourgeons effectués le 30-6-54 ont provoqué le départ anticipé de l'œil latent de ce nœud (+).

cision, nous avons fait la distinction entre rameaux vigoureux et rameaux faibles.

Pincements et ablations ont eu lieu aux dates suivantes :

17 mai et 2 juin : au-dessus du 5e bourgeon.

15 juin : au-dessus du 5e et du 10e bourgeon.

29 juin : au-dessus du 5e, 10e et 15e bourgeon.

12 juillet et 8 août : au-dessus du 5e, 10e, 15e et 20e bourgeon.

Analysons les résultats enregistrés dans le tableau I.

1. — Les ablations du 17 mai ont eu lieu une quinzaine de jours après le départ des rameaux-mères. Sur les vigoureux, les bourgeons

latents ont démarré après une trentaine de jours. Dans le cas des rameaux faibles ce délai a été plus long chez le *Gewurztraminer*, alors que sur le *Pinot blanc*, les bourgeons latents du 5e nœud de cette catégorie n'ont jamais évolué, quelle que fût la date des opérations. Notons, d'autre part, que les bourgeons des rameaux faibles se sont beaucoup moins développés que ceux des rameaux vigoureux. Il s'agit là d'une constatation générale qui a pu être faite dans toutes les séries de l'expérience.

2. — Après le 2 juin, les bourgeons latents se sont développés plus

FIG. 40. — La même opération effectuée après le 5-8-54 n'a plus été capable de provoquer de départ (*X*).

rapidement (gain de 4 à 20 jours). Cette différence provient sans doute du fait qu'au 17 mai leur organisation était encore trop peu évoluée, le 5e nœud se trouvant immédiatement en-dessous du bourgeon terminal. Par contre, les longueurs atteintes sont à peu près équivalentes.

3. — A la suite des interventions du 15 juin, 2 bourgeons sur 6 se sont allongés dans les séries vigoureuses, 1 sur 6 dans les séries faibles des ablations effectuées au-dessus du 5e nœud. Les bourgeons latents du 10e nœud du *Gewurztraminer* ont démarré après une dizaine de jours sur rameaux vigoureux, une vingtaine de jours sur rameaux faibles. Sur *Pinot blanc* on n'a pu observer que deux départs suivis de croissance très réduite.

4. — Le 29 juin, les pincements ont provoqué une recrudescence de levées, chez le *Gewurztraminer*, au 5e nœud (3, sur rameaux vigoureux, atteignant des longueurs de 21 à 30 cm, 1 sur rameau plus faible). Aucun départ ne s'est produit à ce niveau chez le *Pinot blanc*.

Les bourgeons latents du 10e œil ont tous évolué dans les séries vigoureuses ; leur développement était assez important avec des maxima de 72 et 62 cm. Dans les séries faibles, nous n'avons enregistré que deux départs chez le *Gewurztraminer*, dont un excessivement tardif. Les bourgeons latents du 15e œil se sont développés le plus rapidement de tous (séries vigoureuses) avec des croissances souvent considérables. Ceux des rameaux plus faibles sont également partis en totalité. Notons encore que les bourgeons latents du *Pinot blanc* ont presque toujours débourré plus tard que ceux du *Gewurztraminer*.

5. — Après le 12 juillet, un certain nombre de bourgeons latents du 5e œil ont continué à évoluer aussi bien sur *Gewurztraminer* que sur *Pinot blanc*. Les séries du 10e œil se développèrent presque en totalité, leur croissance fut cependant moindre qu'à la suite des ablations du 29 juin. La même observation peut d'ailleurs être faite pour les bourgeons du 15e œil. En ce qui concerne le 20e œil, il n'a plus été possible de trouver des rameaux faibles et, à cette date, le *Pinot blanc* n'avait pas encore atteint ce niveau de croissance. Sur *Gewurztraminer*, deux bourgeons latents sur trois se sont développés.

6. — Les ablations du 26 juillet n'ont pratiquement plus eu d'effet sur les bourgeons latents du 5e bourgeon. Ceux du 10e œil ont également moins réagi, ne présentant en général qu'un développement très faible. Les bourgeons latents du 15e œil ont presque tous démarré, surtout ceux des séries vigoureuses, mais la longueur de leurs pousses a été nettement moindre qu'après les opérations précédentes. Au niveau du 20e nœud, tous les bourgeons se sont développés.

7. — A la suite des derniers pincements, effectués le 8 août, seuls les bourgeons latents du 20e œil et du *Gewurztraminer* ont évolué en pousses

Comparés à ceux de 1954, ces résultats conduisent à des constatations identiques, à l'exception d'un fait qui ne peut être considéré comme fortuit car il a pu être observé aussi bien sur *Gewurztraminer* que sur *Pinot blanc* au niveau du 5e nœud.

La recrudescence des levées sur les rameaux vigoureux de *Gewurztraminer* après les ablations du 29 juin et sur *Pinot blanc* après le 12 juillet, alors que les ablations de la série précédente étaient demeurées sans effet.

D. — Observations effectuées en 1956.

Une dernière série d'opérations a été réalisée en 1956 sur des rameaux plutôt vigoureux de *Gewurztraminer* et de *Chasselas* et les obser-

vations que nous avons été amené à faire sont trop concordantes avec celles des années précédentes pour qu'il soit nécessaire de les commenter longuement (tableau LI). Signalons toutefois que les recrudescences de levées au niveau du 5e œil ont à nouveau pu être constatées, principalement sur *Chasselas*, à la suite des ablations du 16 juillet.

E. — Contrôle de la polarité de l'inhibition des bourgeons latents.

Des observations préliminaires avaient montré que la présence d'un prompt-bourgeon situé à un rang donné ne pouvait empêcher le départ

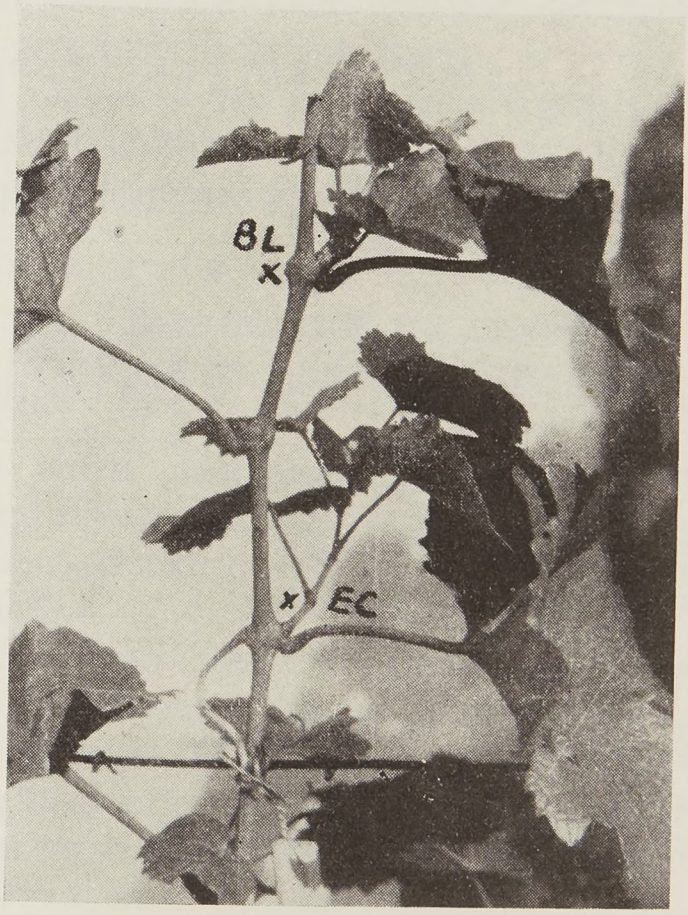


FIG. 41. — L'inhibition des bourgeons latents par les entre-cœurs est uniquement *basipète* : c'est ainsi que l'entre-cœur E. C. (+) n'a pas inhibé le bourgeon latent B. L. (+) de l'extrémité du sarment.

prématuré des bourgeons latents des rangs supérieurs mais que la présence d'un seul prompt-bourgeon au dernier nœud conservé après écimage, interdisait tout développement de ces derniers.

Ces faits ont été vérifiés sur un grand nombre de cas de 1954 à 1956 avec des résultats strictement identiques et la figure 41 permet de se rendre compte du phénomène.

Il paraît donc certain que l'inhibition exercée par les prompts-bourgeons sur les bourgeons latents est polarisée en direction basipète.

TABLEAU LI. — *Influence du pincement des sommets végétatifs avec ablation des prompts-bourgeons sur le développement des bourgeons latents. Colmar 1956.*

Rang des pincements	Cépages	Rameaux	19 mai (1) (2) D ou ND	(3) N	(4) L	4 juin D ou ND	N	L	18 juin D ou ND	N	L	3 juillet D ou ND	N	L	16 juillet D ou ND	N	L	30 juillet D ou ND	N	L	14 août D ou ND	N	L
5e œil	Gewurztraminer	1	1D	22	38	1D	26	cassé	ND			1D	16	12	ND			ND			ND		
		2	ND			2D	25	25	1D	27	15	1D	19	12	ND			ND			ND		
		3	1D	31	50	1D	25	15	ND			ND			ND			ND			ND		
		4	1D	25	11	2D	26	8	ND			ND			ND			ND			ND		
	Chasselas	1	2D	29	50	ND			ND	1		ND			ND			ND			ND		
		2	2D	23	105	1D	33	1	1D	19	25	ND			1D	22	2	ND			ND		
		3	1D	25	20	1D	26	30	1D	19	18	ND			1D	30	1	ND			ND		
		4	1D	30	30	1D	21	60	ND			ND			ND			ND			ND		
10e œil	Gewurztraminer	1				1D	24	75	2D	17	28	3D	9	11	2D	18	18	2D	28	8	ND		
		2				1D	22	55	1D	20	12	1D	17	30	2D	15	10	2D	26	11	ND		
		3				1D	23	95	2D	18	78	1D	17	35	2D	16	17	2D	26	8	ND		
		4				1D	24	100	1D	19	60	1D	19	20	2D	15	17	1D	27	2	ND		
	Chasselas	1				1D	30	35	2D	17	55	2D	12	55	1D	17	10	ND			ND		
		2				1D	30	160	1D	19	80	1D	17	20	2D	18	19	1D	18	2	ND		
		3				2D	24	20	2D	17	75	1D	14	26	1D	27	2	1D	26	1	ND		
		4				1D	26	60	2D	17	135	1D	17	53	2D	17	9	ND			ND		
15e œil	Gewurztraminer	1							2D	17	86	2D	10	103	2D	15	30	1D	21	11	1D	26	1
		2							1D	20	30	2D	12	75	2D	15	41	1D	22	8	ND		
		3							3D	19	103	3D	10	90	3D	11	72	1D	22	9	ND		
		4							2D	19	24	3D	12	66	1D	23	15	3D	19	13	ND		
	Chasselas	1							4D	20	40	1D	16	22	2D	19	16	1D	13	4	ND		
		2							6D	20	51	1D	18	12	1D	19	10	2D	11	13	ND		
		3							5D	20	80	2D	17	27	2D	19	11	1D	26	2	ND		
		4							4D	22	85	2D	17	50	2D	17	8	ND			ND		
20e œil	Gewurztraminer	1													5D	12	60	cassé			1D	17	9
		2													4D	13	25	1D	14	7	ND		
		3													3D	13	46	1D	12	20	1D	18	5
		4													4D	13	42	1D	17	13	1D	19	2
	Chasselas	1													1D	18	10	1D	16	7	1D	12	9
		2													2D	18	32	1D	21	3	1D	22	2
		3													2D	17	36	1D	18	12	1D	17	15
		4													2D	19	45				1D	17	5

(1) Dates des pincements et des ablations. — (2) D = départ, ND = non départ des bourgeons latents. — (3) N = nombre des bourgeons. — (4) L = longueur

F. — Remarques.

L'ensemble de ces résultats permettrait d'ores et déjà de répondre valablement à la question posée en tête de ce chapitre.

Quel est le rôle respectif de l'inhibition et de la dormance dans l'état de repos des bourgeons latents des rameaux herbacés de la vigne?

On constate en effet que cet état latent est tout d'abord le fait d'une inhibition corrélative, nettement polarisée, émanant du bourgeon terminal et des prompts-bourgeons. Cette inhibition est toutefois limitée dans le temps par une inertie croissante des bourgeons latents, inertie qui s'établit d'autre part de façon graduelle de la base vers le sommet des rameaux et qui peut difficilement être assimilée à autre chose qu'à un établissement progressif de la dormance.

Avant de présenter des conclusions définitives sur ce problème, nous désirons cependant rendre compte de deux séries d'expériences supplémentaires qui ont été réalisées dans le même ordre d'idée.

II. — DISPARITION DE LA DORMANCE SOUS L'ACTION DE LA MONOCHLORHYDRINE DU GLYCOL

Parmi les agents chimiques susceptibles d'éliminer la dormance, P. Chouard (19) signale qu'un dérivé de l'éthylène peu éloigné des anesthésiques, la monochlorhydrine du glycol (CH_2Cl-CH_2OH), est généralement le plus actif.

Dans ces conditions, nous avons pensé qu'il pourrait être intéressant d'utiliser ce produit pour tenter de provoquer le développement des bourgeons latents supposés dormants parce qu'ils n'avaient plus réagi à la suite de la disparition des facteurs d'inhibition.

Un premier essai a été exécuté le 21 juillet 1955 dans les conditions suivantes sur *Pinot blanc* et *Gewurztraminer*.

Un certain nombre de rameaux des 2 cépages ont été décapités au-dessus du 5e et du 10e nœud et les prompts-bourgeons des nœuds restants ont été éliminés. Les extrémités de ces rameaux ont été encapuchonnées, sur 2 à 3 mérithalles, à l'aide de sachets étanches en chlorure de polyvinyle (matière plastique) de 15 cm × 25 cm, à l'intérieur desquels on avait placé un tampon de coton hydrophile imbibé de monochlorhydrine. Pour un volume utile d'environ 300 cc, nous avons utilisé des doses de 0,01-0,05-0,1 et 0,5 cc en 1955 et, par la suite, de 0,01 cc seulement, cette quantité nous ayant donné les résultats les plus satisfaisants en 1955. L'ensemble a enfin été rendu étanche au moyen d'un ruban adhésif. Au bout de 24 heures, les sachets ont été enlevés.

Considérons les résultats consignés dans les tableaux LII et LIII,

où l'on pourra également se rendre compte des modalités de l'expérience et relevons tout d'abord qu'en aucun cas les témoins non traités n'ont présenté de sortie de dormance.

TABLEAU LII

Sortie de la dormance par la monochlorhydrine du glycol.

Cépage : Gewurztraminer. Colmar 1955.

Volume de monochlorhydrine utilisé	Niveau d'ablation	Rameaux	Action
0,01 cc	5e nœud	A	Débourrement d'un bourgeon.
		B	Débourrement d'un bourgeon.
		Témoin non traité	Pas de sortie.
	10e nœud	C	Rameau desséché.
		D	Débourrement d'un bourgeon.
		Témoin non traité	Pas de sortie.
0,05 cc	5e nœud	E	Rameau desséché.
		F	Débourrement d'un bourgeon.
		Témoin non traité	Pas de sortie.
	10e nœud	G	Rameau desséché.
		H	Rameau desséché.
		Témoin non traité	Pas de sortie.
0,1 cc	5e nœud	I	Rameau desséché.
		J	Rameau desséché.
		Témoin non traité	Pas de sortie.
	10e nœud	K	Rameau desséché.
		L	Rameau desséché.
		Témoin non traité	Pas de sortie.

Au contraire, l'action de la monochlorhydrine du glycol a provoqué un ou plusieurs départs de bourgeons latents par rameau dans tous les cas où ce dernier ne s'est pas desséché par suite de l'action toxique du produit (doses de 0,1 cc et au-dessus). A ce sujet, il faut noter la sensibilité plus grande du *Gewurztraminer*. Cette sensibilité augmente au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la base vers l'extrémité des rameaux et affecte toujours les feuilles qui sont toutes tombées à l'intérieur des sachets.

Les premiers allongements se sont manifestés une quinzaine de jours après l'opération. La croissance de ces bourgeons n'a d'ailleurs jamais été importante, atteignant au maximum 6 cm.

En 1956 une expérience analogue a été réalisée, le 3 août, sur *Chasselas* et *Gewurztraminer*. A la suite des observations qui avaient été faites

TABLEAU LIII. — *Sortie de la dormance par la monochlorhydrine du gylcol. Cépage* : Pinot blanc. Colmar 1955.

Volume de monochlorhydrine utilisé	Niveau d'ablation	Rameaux	Action
0,05 cc	5e nœud	A	Rameau desséché.
		B	Débourrement de 4 bourgeons.
		Témoin non traité	Pas de sortie.
	10e nœud	C	Débourrement d'un bourgeon.
		D	Rameau desséché.
		Témoin non traité	Pas de sortie.
0,1 cc	5e nœud	E	Débourrement de 3 bourgeons.
		F	Débourrement de 3 bourgeons.
		Témoin non traité	Pas de sortie.
	10e nœud	G	Débourrement de 2 bourgeons.
		H	Débourrement de 3 bourgeons.
		Témoin non traité	Pas de sortie.
0,5 cc	5e nœud	I	Débourrement de 2 bourgeons.
		J	Débourrement de 4 bourgeons.
		Témoin non traité	Pas de sortie.
	10e nœud	K	Rameau desséché.
		L	Rameau desséché.
		Témoin non traité	Pas de sortie.

TABLEAU LIV. — *Sortie de la dormance par la monochlorhydrine du glycol.* Colmar 1956

Cépages	Niveau d'ablation	Rameaux	Action
Chasselas	5e nœud	A	Pas de sortie.
		B	Débourrement de 2 bourgeons.
		C	Débourrement de 1 bourgeon.
		non traité	Pas de sortie.
		non traité	Pas de sortie.
	10e nœud	D	Débourrement de 2 bourgeons.
		E	Débourrement de 3 bourgeons.
		F	Débourrement de 2 bourgeons.
		non traité	Pas de sortie.
		non traité	Pas de sortie.
Gewurztraminer	5e nœud	G	Débourrement de 1 bourgeon.
		H	Desséché.
		I	Débourrement de 1 bourgeon.
		non traité	Pas de sortie.
		non traité	Pas de sortie.
	10e nœud	J	Débourrement de 3 bourgeons.
		K	Débourrement de 2 bourgeons.
		L	Débourrement de 2 bourgeons.
		non traité	Pas de sortie.
		non traité	Pas de sortie.

N. B. — Volume uniforme de monochlorhydrine utilisé par sachet : 0,01 cc.

l'année précédente, on a utilisé un volume constant de monochlorhydrine (0,01 cc) dans tous les cas. Ayant également remarqué que les feuilles soumises aux vapeurs de ce produit étaient toujours détruites, on a pris soin d'éliminer 4 à 5 feuilles des rameaux témoins.

Les chiffres du tableau LIV n'infirment en aucune manière ceux de 1955. Les bourgeons latents des rameaux témoins sont tous restés en repos alors qu'on assiste à un ou deux départs sur la grande majorité des rameaux traités.

En l'absence des facteurs d'inhibition corrélative, c'est donc réellement le phénomène de la dormance qui s'oppose, dans un délai assez bref, au développement des bourgeons latents.

III. — Les corrélations entre feuilles et bourgeons latents.

Les récents travaux de P. CHAMPAGNAT (18) sur les corrélations entre feuilles et bourgeons de la pousse herbacée du lilas ont mis en évidence que les feuilles de grande taille sont capables de jouer le principal rôle dans les inhibitions des bourgeons.

En ce qui concerne la vigne les essais qui viennent d'être relatés montrent que la présence de feuilles adultes n'a pas empêché le développement des bourgeons latents après ablation du bourgeon terminal et des prompts-bourgeons dont le rôle primordial en la matière ne saurait donc être mis en doute.

Ces mêmes expériences ne permettent cependant pas d'affirmer que les feuilles de vigne soient totalement dépourvues de pouvoir inhibiteur.

Dans le but de mettre en évidence une corrélation éventuelle entre les feuilles adultes et les bourgeons latents, les mutilations suivantes ont été réalisées le 13 juillet 1955 sur *Gewurztraminer* (tableau LV) :

TABLEAU LV

Corrélation entre les feuilles adultes et les bourgeons latents. Colmar 1955.

Cépages	Souches	*a* Nombre de départs	*b* Nombre de départs	*c* Nombre de départs	*d* Nombre de départs
Pinot blanc	1	4	2	2	1
	2	1	1	3	1
	3	2	1	2	1
Gewurz-traminer ..	1	2	1	2	2
	2	2	2	2	2
	3	2	2	3	1
Totaux ...		13	9	14	8

a) Ecimage au-dessus du 10e œil, ablation totale des prompts-bourgeons et des feuilles (fig. 42).

b) Ecimage au-dessus du 10e œil, ablation de tous les prompts-bourgeons et des feuilles de nœuds 1 à 8. Celles des rangs 9 et 10 ont été conservées (fig. 43).

c) Même opération qu'en *b* mais élimination des 9e et 10e feuilles et conservation de celles des nœuds 1 à 8 (fig. 44).

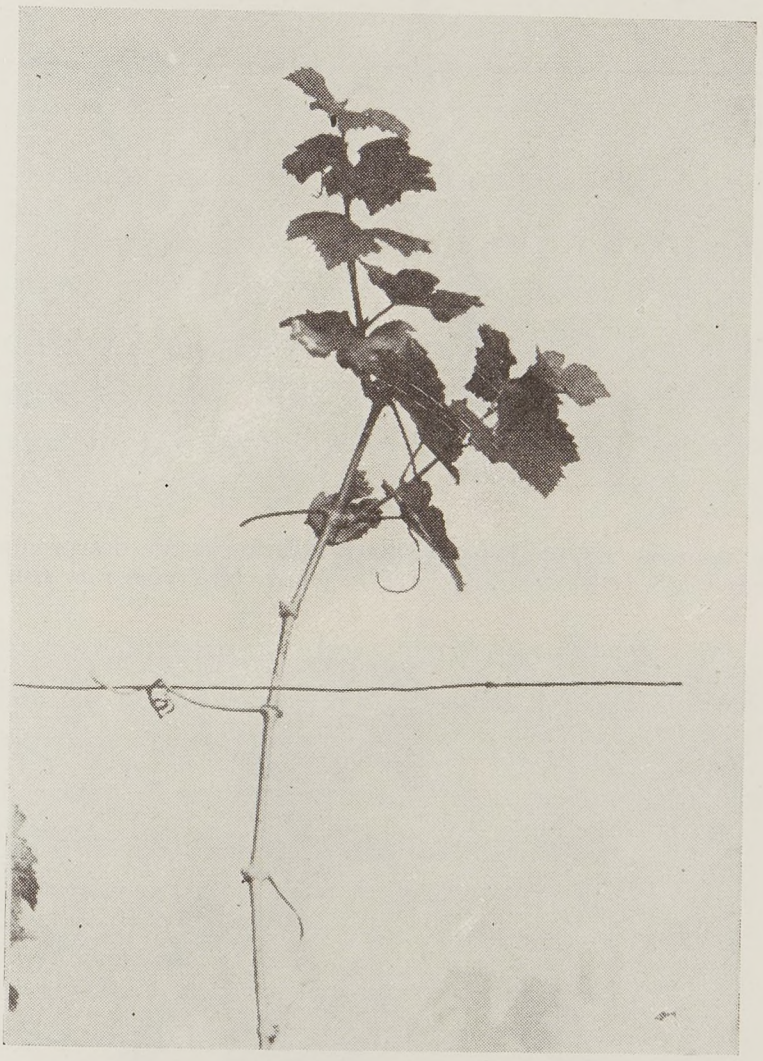


FIG. 42. — Ecimage au-dessus du 10e bourgeon avec ablation totale des prompts-bourgeons et des feuilles : *deux bourgeons latents ont évolué.*

d) Ecimage au-dessus du 10e œil et ablation de tous les prompts-bourgeons. Les feuilles ne sont pas touchées.

En 1956, on a effectué les mêmes opérations sur *Gewurztraminer* et *Pinot blanc* avec une légère différence : en *b* et *c*, 3 feuilles au lieu de 2 ont été, tour à tour, enlevées ou laissées sur les rameaux (tableau LVI).

L'analyse comparative des chiffres des tableaux LV et LVI montre que les résultats des séries *a* et *c* d'une part et *b* et *d* d'autre part, ne sont pas significativement différents alors qu'on trouve le contraire entre les séries *a* et *c* d'une part et les séries *b* et *d* d'autre part. En d'autres termes, les séries dans lesquelles la totalité et les 2 ou 3 feuilles de l'extrémité

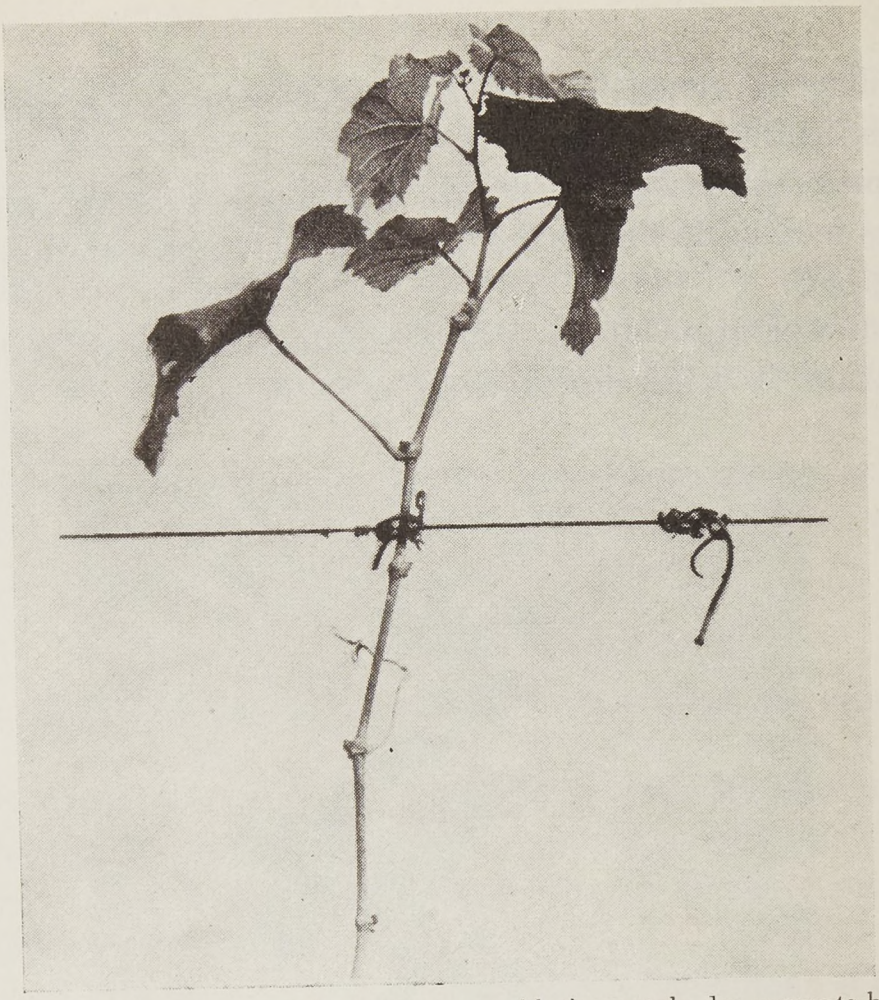


FIG. 43. — Ecimage au-dessus du 10e bourgeon avec ablation totale des prompts-bourgeons et des feuilles des nœuds 1 à 8, celles des rangs 9 et 10 étant conservées : *un seul bourgeon latent s'est développé.*

FIG. 44. — Même opération qu'en fig. 43, mais élimination des 9 et 10e feuilles avec conservation de celles des nœuds 1 à 8 : *trois bourgeons latents sont partis.*

avaient été éliminées, ont présenté significativement plus de débourrements d'yeux latents que les deux autres séries.

TABLEAU LVI

Corrélation entre les feuilles adultes et les bourgeons latents. Colmar 1956.

Cépages	Souches	*a* Nombre de départs	*b* Nombre de départs	*c* Nombre de départs	*d* Nombre de départs
Chasselas..	1	2	1	3	1
	2	2	3	2	1
	3	3	1	2	1
Gewurz-traminer ..	1	3	3	4	1
	2	2	2	3	2
	3	2	2	3	1
Totaux. ..		14	9	17	7

Sans nous livrer à une enquête plus détaillée de la question, il semble bien qu'on puisse admettre que les feuilles adultes des variétés expérimentées (*V. vinifera* L.) sont dotées d'un certain pouvoir inhibiteur.

IV. — CONCLUSIONS

L'étude du comportement des bourgeons latents sur rameau herbacé révèle que l'état de repos de ces bourgeons est dû à deux causes principales qui se relayent dans le temps.

A. — Au cours des 4 à 6 semaines qui suivent l'apparition d'un bourgeon latent sur son rameau-mère, ce bourgeon est incapable de se développer par suite *d'une inhibition corrélative de la part du bourgeon terminal et des prompts-bourgeons et, à un degré moindre, de la part des feuilles adultes*. Cette inhibition diffère sensiblement de celle qui avait été constatée entre le bourgeon terminal et les prompts-bourgeons en ce sens qu'elle est *absolue* et que la vigueur n'y joue apparemment aucun rôle.

De plus cette inhibition est *polarisée en direction basipète*. C'est ainsi qu'un prompt-bourgeon non éliminé situé à un nœud de rang X ne peut empêcher le départ d'un bourgeon latent de rang supérieur.

B. — Mais les bourgeons latents dont l'inhibition a été levée au préalable, perdent rapidement la faculté de se développer. A un niveau donné *cette inertie s'établit graduellement* : d'une part la longueur des pousses engendrées est de plus en plus réduite, d'autre part, la période s'écoulant entre la date des ablations et celle du débourrement devient de plus en plus longue.

Dans l'état actuel de nos connaissances, ce comportement ne peut être attribué qu'à *l'établissement progressif du phénomène de dormance*,

établissement qui se trouve confirmé par la possibilité de son élimination au moyen de la monochlorhydrine du glycol.

Cette évolution progressive des bourgeons latents de la vigne vers une inertie totale ne se réalise pas uniquement dans le temps comme P. CHAMPAGNAT (18) l'a montré sur le Lilas mais également dans l'*espace*. Le tableau LVII, dans lequel nous avons fait figurer les longueurs de croissance moyennes des trois séries d'expériences réalisées à ce sujet, permet de se rendre aisément compte que l'inertie des bourgeons augmente d'une part à un rang donné avec le temps, d'autre part à un moment donné avec leur situation sur le rameau-mère.

TABLEAU LVII

Développement anticipé des bourgeons latents après pincement des sommets végétatifs et ablation des prompts-bourgeons.

Années	Cépages	Niveau des ablations	Dates des ablations et longueur moyenne des pousses (en cm).						
			1.6	17.6	30.6	12.7	5.8		
1954	Gewurztraminer	5e nœud	15	0	0	0	0		
		10e nœud	—	21	10	7	0		
		15e nœud	—	—	23	16	0		
		20e nœud	—	—	—	—	13		
	Riesling	5e nœud	14	4	0	0	0		
		10e nœud	—	22	8	3	0		
		15e nœud	—	—	39	3	0		
		20e nœud	—	—	—	—	4		
			17.5	2.6	15.6	29.6	12.7	26.7	8.8
1955	Gewurztraminer	5e nœud	12	13	12	43	19	4	0
		10e nœud	—	—	44	46	37	11	0
		15o nœud	—	—	—	62	35	14	0
		20e nœud	—	—	—	—	39	22	5
	Pinot blanc	5e nœud	28	25	19	0	13	0	0
		10e nœud	—	—	6	36	18	4	0
		15e nœud	—	—	—	36	23	7	0
		20e nœud	—	—	—	—	—	—	—
			19.5	4.6	18.6	3.7	16.7	30.7	14.8
1956	Gewurztraminer	5e nœud	33	16	15	12	0	0	0
		10e nœud	—	81	44	24	13	8	0
		15e nœud	—	—	61	83	39	10	0
		20e nœud	—	—	—	—	43	10	5
	Chasselas	5e nœud	18	25	19	0	13	0	0
		10e nœud	—	—	6	36	18	4	0
		15e nœud	—	—	—	36	23	7	0
		20e nœud	—	—	—	—	—	11	0

Dans les conditions climatiques de l'Alsace, l'entrée en dormance des yeux latents commence donc très tôt, dès le mois de mai en ce qui

concerne les bourgeons de la base. Elle se poursuit graduellement vers l'extrémité du rameau jusqu'en septembre (fig. 45). Sur des rameaux faibles on observe comme unique différence, une inertie plus forte et plus précoce que sur les rameaux vigoureux.

C. — Les essais de 1955 et de 1956 ont toutefois révélé une recrudescence de débourrements au niveau du 5e nœud des rameaux qui avaient subi des ablations, fin juin en 1955 et début juillet en 1956, au-dessus de ce même niveau. Sur les rameaux où ces ablations avaient été effectuées

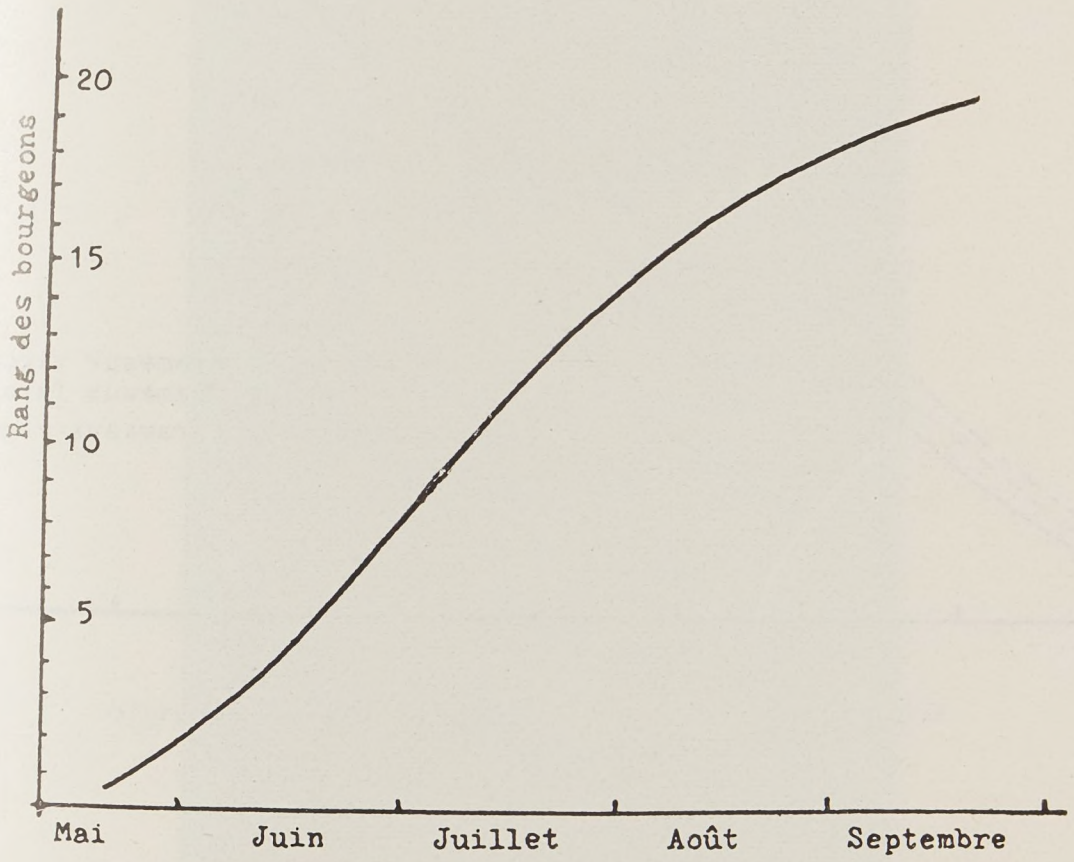


Fig. 45. — Époque d'entrée en dormance des bourgeons latents (1954).

auparavant, cette recrudescence ne s'est, par contre, pas manifestée. Tout s'est donc passé comme si la dormance, qui s'était déjà établie dans les bourgeons latents de rang 5, avait momentanément disparu, cette disparition n'étant pas intervenue dans les séries ayant subi des ablations plus précoces. Si l'on considère que la seule différence entre ces deux groupes de séries a été la présence ou l'absence du bourgeon terminal et des prompts-bourgeons, il semble logique d'admettre, *a priori*, que la cause de cette stimulation pourrait être localisée dans l'un ou l'autre de ces organes.

En tout état de cause, il est fort probable qu'il s'agisse là de faits qu'il faut rapprocher d'un phénomène assez général, quoique encore inexpliqué, sur un grand nombre d'arbres et de plantes ligneuses : les pousses de la Saint Jean.

En tenant compte de cette disparition momentanée de la dormance qui n'a d'ailleurs plus affecté les yeux latents du 10e nœud, le schéma d'entrée en dormance de ces derniers se présente selon les modalités de la figure 46.

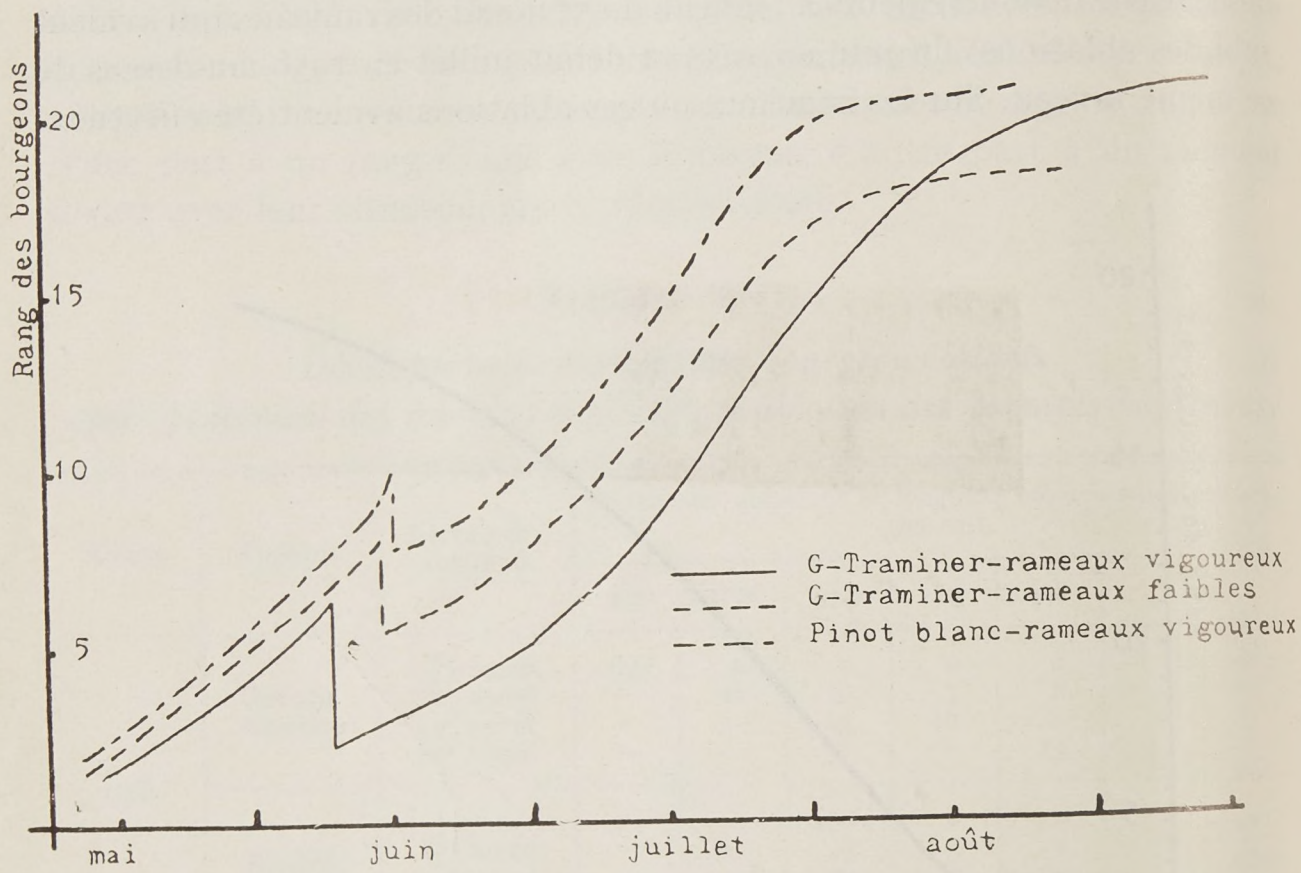


FIG. 46. — Epoque d'entrée en dormance des bourgeons latents (1955).

CHAPITRE II

MODALITÉS DE LA SORTIE DE LA DORMANCE

I. — DISPARITION DE LA CORRÉLATION ENTRE PROMPTS-BOURGEONS ET BOURGEONS LATENTS

Dans son travail sur les corrélations du rameau d'un an des végétaux ligneux (17), P. CHAMPAGNAT insiste tout particulièrement sur le fait « qu'entre la fin estivale de la croissance et la reprise printanière de la végétation, *les tendances qui réglaient le développement et la morphogenèse de la tige herbacée ont été remplacées par de nouvelles* ».

Avant de procéder à l'étude des propriétés spécifiques du rameau d'un an de la vigne (étude de la ramification), il nous a donc semblé intéressant de suivre le devenir, après le repos de la végétation, des corrélations que nous avons mises en évidence sur le rameau herbacé.

Les relations entre les bourgeons latents et le bourgeon terminal ne peuvent plus être analysées après le déroulement du premier cycle végétatif des rameaux, car le bourgeon terminal se dessèche au moment de l'arrêt de la croissance (cf. p. 118). Sur des souches établies en plein champ, les prompts-bourgeons demeurés latents se trouvent en général vers l'extrémité des rameaux, extrémité qui n'arrive plus à s'aoûter et qui est

FIG. 47. — Disparition de la corrélation entre prompts-bourgeons et bourgeon-latent sur rameau d'un an (1 : bourgeon latent ; 2 : prompt-bourgeon).

donc détruite par le froid. Dans ces conditions, les observations qui vont suivre ont été effectuées sur des plants en pots mis en serre chauffée.

Au début de l'automne, en 1955 et en 1956, une dizaine de plants de variétés diverses qui présentaient des prompts-bourgeons demeurés latents, ont été mis en serre et, après 15 jours, la partie non aoûtée des rameaux a été sectionnée.

Au moment du débourrement nous avons pu observer, dans tous les cas, le départ à peu près simultané des prompts-bourgeons et des yeux latents correspondants. Dans la majorité des cas le prompt-bourgeon partait quelques jours avant l'œil latent, mais ce décalage n'a jamais dépassé 3 jours. Par la suite le développement des deux pousses a été comparable. La figure 47 montre un des plants sur lesquels nous avons

pu constater ce phénomène : à l'époque de la prise de vue, le rameau issu de l'œil latent avait 17 cm de long, celui issu du prompt-bourgeon 20 cm. On constatera d'autre part que les bourgeons latents sous-jacents ont débourré normalement sans être inhibés par le prompt-bourgeon situé plus haut. Les mêmes faits ont d'ailleurs été observés sur tous les autres plants ; un certain nombre de résultats ont été consignés dans le tableau LVIII.

TABLEAU LVIII

Disparition de la corrélation entre prompts-bourgeons et bourgeons latents.

Mise en serre	Cépages	Type de bourgeon	Dates de débourrement	Longueurs de développement
1955	Gewurztraminer	prompt-bourgeon	9-1-1956	35 cm
		bourgeon latent	12-1-1956	27 cm
1955	Gewurztraminer	prompt-bourgeon	8-1-1956	24 cm
		bourgeon latent	10-1-1956	22 cm
1955	Pinot blanc	prompt-bourgeon	13-1-1956	41 cm
		bourgeon latent	14-1-1956	44 cm
1956	Pinot blanc	prompt-bourgeon	7-2-1957	57 cm
		bourgeon latent	7-2-1957	50 cm
1956	Pinot blanc	prompt-bourgeon	8-2-1957	35 cm
		bourgeon latent	12-2-1957	28 cm
1956	Chasselas	prompt-bourgeon	6-2-1957	39 cm
		bourgeon latent	9-2-1957	33 cm

Conclusion :

L'inhibition par corrélation observée sur les rameaux herbacés de la vigne entre les prompts-bourgeons et les bourgeons latents disparaît complètement sur les rameaux d'un an.

II. — RELATIONS ENTRE LA SORTIE DE LA DORMANCE ET LE FROID HIVERNAL

La sortie de la dormance par le froid constitue, pour la majorité des plantes de pays tempérés, le procédé normal d'éveil de la végétation. J. BRANAS, G. BERNON et LEVADOUX (11) ont montré, sur l'*Aramon*, que la vigne ne fait pas exception à cette règle.

En étudiant le débourrement moyen de ce cépage au cours d'une longue série d'années à Alger et à Montpellier ils ont obtenu les chiffres suivants :

Alger : température moyenne de débourrement 13°5.

Montpellier : température moyenne de débourrement 10°2.

La température moyenne de débourrement s'abaisse donc avec la latitude, c'est-à-dire lorsque le repos hivernal devient plus long et plus intense.

Dans un même milieu, ces auteurs ont constaté des variations très sensibles d'une année à l'autre et ont établi la corrélation très nette entre l'époque de sortie de la dormance et l'intensité de l'hiver : la somme des températures nécessaires pour provoquer le débourrement est d'autant plus élevée que la somme des minima inférieurs à zéro pendant la période de repos de la végétation est plus faible.

Au cours de deux expériences en serre chauffée, réalisées en 1955-1956 sur *Pinot blanc* et en 1957-1958 sur *Gewurztraminer* et sur lesquelles nous reviendrons dans la suite de notre exposé (cf. relations entre la sortie de la dormance, le froid hivernal et la ramification, p. 254), nous avons également eu l'occasion de vérifier ce comportement.

Tableau LIX

Relations entre la somme des températures moyennes quotidiennes nécessaires à la sortie de la dormance et la somme des minima inférieurs à + 7° subis au préalable. (*Pinot blanc* 1955-1956.)

Dates d'entrée en serre (E)	Plants	Somme des minima sous + 7°C subis auparavant	Dates des débourrements (D)	Somme des températures moyennes quotidiennes entre E et D.
1er Octobre	faibles	— 8,4	30.12	1 201,8
	vigoureux		26.1	1 547,8
2 Novembre	faibles	— 124,2	4.1	816,8
	vigoureux		—	—
1er Décembre	faibles	— 332,3	16.1	616,3
	vigoureux		20.1	664,5
3 Janvier	faibles	— 519,3	6.2	462,3
	vigoureux		16.2	562,5
14 Février	faibles	— 980,6	12.3	332,9
	vigoureux		22.3	499,3

Le 1er octobre 1955, et par la suite tous les débuts de mois jusqu'en février 1956, nous avons introduit en serre une série de 3 plants vigoureux et une série de 3 plants faibles dont nous avons noté la date du débourrement (moyenne des 6 premiers départs de bourgeons des différents plants de chaque série).

Par ailleurs nous avons établi pour chaque lot de plants :

a) La somme des températures moyennes quotidiennes (observée en serre) entre la date d'entrée en serre et la date du débourrement.

b) La somme des minima, inférieurs à + 7°C, subis par les plants avant leur entrée en serre. On sait, en effet, que des températures supérieures à 0°C sont capables d'éliminer la dormance. En ce qui concerne

les plantes ligneuses et, plus particulièrement, la variété *Concord* de *V. Labrusca*, SAMISH (64) signale que le seuil d'activité de + 7°C a été le plus fréquemment adopté. En l'absence d'expériences personnelles nous avons également utilisé comme seuil la température de + 7°C.

Les résultats de cette expérience sont consignés dans le tableau LIX et dans la figure 46. On constatera, une fois de plus, que *la somme de température nécessaire pour provoquer le débourrement a été d'autant plus réduite que les plantes considérées ont subi une exposition au froid plus considérable.*

Signalons également que les plants faibles ont toujours débourré avant les plants vigoureux (fait qui se vérifie également en plein champ) et que la croissance des bourgeons n'ayant pas subi l'action du froid a été tout aussi active que celle des autres.

En 1956-1957, une expérience analogue, réalisée sur *Gewurztraminer* (tableau LX et fig. 46) a abouti à des résultats identiques.

TABLEAU LX

Relations entre la somme des températures moyennes quotidiennes nécessaire à la sortie de la dormance et la somme des minima inférieurs à + 7°C subis au préalable (Gewurztraminer 1956-1957).

Dates d'entrée en serre (E)	Somme des minima sous + 7°C subis auparavant	Dates des débourrements (D)	Somme des températures moyennes quotidiennes entre E et D
1er octobre	— 0,6	6,2	1 699,5
5 novembre	— 86,6	4,2	1 130,0
4 décembre	— 264,6	28,1	693,5
2 janvier	— 457,0	4,2	433,5
1er février	— 782,7	26,2	353,0
3 mars	— 905,9	15,3	185,5

III — LE PROBLÈME DE LA PROLONGATION DE LA DORMANCE

Ce problème revêt surtout une importance dans les vignobles sujets à des gelées de printemps fréquentes. Dans ces situations une prolongation d'une quinzaine de jours de la dormance, sans effet ultérieur sur le déroulement normal du cycle végétatif de la vigne, serait évidemment souhaitable. De ce fait, les expériences que nous avons réalisées dans ce domaine ont surtout reçu une orientation technique. Elles concernent, d'une part l'influence de l'époque de taille, d'autre part l'influence de divers produits (auxines, hydrazide maléique, etc.) sur la date du débourrement.

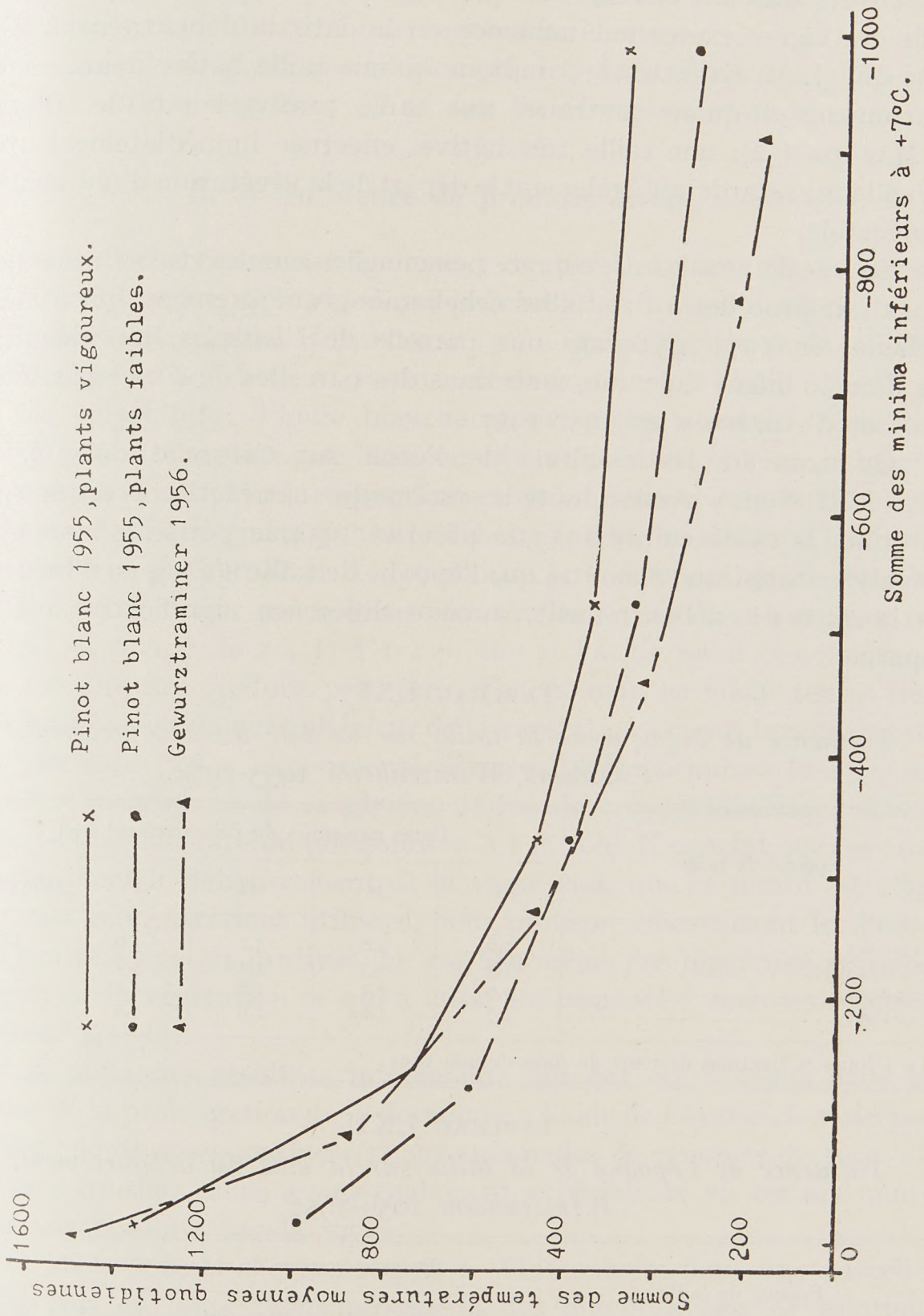


FIG. 48. — Relations entre la somme des minima inférieurs à 7°C subis par les plantes et la somme des températures moyennes quotidiennes nécessaire pour provoquer la sortie de la dormance des bourgeons-latents.

A. — Influence de l'époque de taille.

Divers auteurs ont signalé que l'époque à laquelle se pratique la taille des vignes exerce une influence sur la date du débourrement. C'est ainsi que J. M. Guillon (35) indique qu'une taille hâtive avance le débourrement et qu'au contraire, une taille tardive le retarde. D'après A. Mazade (52), une taille très hâtive, effectuée immédiatement après la vendange retarderait également le départ de la végétation d'une manière appréciable.

En vue de nous rendre compte personnellement de cette influence nous avons fait procéder à des tailles échelonnées, une première fois à Wintzenheim, en 1953-1954 dans une parcelle de *Chasselas*, une deuxième fois dans le même domaine, mais dans des parcelles de *Pinot gris*, *Pinot blanc* et d'*Auxerrois* en 1956-1957.

On trouvera les résultats de l'essai sur *Chasselas* dans le tableau LXI. Nous y avons adopté le système du « carré latin » avec 4 époques de taille : le 15 décembre 1953, le 4 février 1954, le 3 et le 25 mars 1954, L'analyse statistique a montré que l'époque de taille n'a pas eu d'influence sur la date du débourrement, aucune différence significative n'étant apparue.

Tableau LXI

Influence de l'époque de la taille sur la date du débourrement. Chasselas, Wintzenheim 1953-1954.

Époque de taille	Dates moyennes du débourrement (+)				
	I	II	III	IV	Moyennes
15-12-1953	3,6	3,8	3,1	4,0	3,6
4- 2-1954	3,3	2,3	4,2	3,0	3,2
3- 3-1954	0,9	3,1	2,8	4,2	2,7
25- 3-1954	2,7	3,0	2,9	4,4	3,2

(+) Jours et fractions de jours du mois de mai 1954.

Tableau LXII

Influence de l'époque de la taille sur la date du débourrement. Wintzenheim 1956-1957.

Époque de taille	Dates moyennes du débourrement (+)		
	Pinot gris	Auxerrois	Pinot blanc
1-11-1956	24,4	24,0	23,1
1-12-1956	25,0	23,4	23,1
2- 1-1957	24,4	22,0	22,9
1- 2-1957	25,9	23,8	23,1
1- 3-1957	25,3	23,0	23,3
1- 4-1957	25,3	25,2	23,8

(+) Jours et fractions de jours du mois d'avril 1957.

Les résultats du second essai (tableau LXII), conduit en 3 blocs (chaque bloc étant représenté par un cépage différent) avec des tailles échelonnées de mois en mois à partir du 1er novembre 1956 jusqu'au 1er avril 1957, ont abouti à une conclusion identique.

Il ne semble donc pas, au moins dans l'est de la France, que l'époque de la taille ait une influence sur la date du débourrement de la vigne.

B. — Influence de produits divers.

Plusieurs chercheurs ont également cherché à prolonger la dormance des bourgeons latents de la vigne, par pulvérisation de produits très divers.

En Suisse Romande, H. Leyvraz (50) a étudié l'action de la bouillie sulfocalcique 32°B à 8-10 p. 100 de concentration, de l'huile d'anthracène, de polysulfure, d'huile blanche et de quelques autres spécialités commerciales. Il constate que beaucoup de ces produits ont une influence franchement néfaste sur la végétation et qu'en définitive la bouillie sulfocalcique, appliquée juste avant le débourrement, lui a donné les meilleurs résultats. J. Corbaz et A. Duperrex (21) signalent que la bouillie sulfocalcique ne donne pas toujours des résultats positifs et que le savon crésol à 3-4 p. 100, le 2-4 D à 1-2 p. 100 et l'acide indol -3-acétique à 0,2 p. 100 sont des produits peut-être efficaces, mais en même temps très nocifs pour le déroulement ultérieur de la végétation et pour le rendement. W. Wuergler (72) a expérimenté diverses phytohormones (2-4 D, sel sodique et potassique de la glycine de l'acide α-naphtylacétique à 0,1 p. 100, β-indolylacétate de potassium à 0,1 p. 100). Il conclut que ces produits retardent le débourrement de la vigne mais que ce retard est trop faible, aux concentrations utilisées, pour protéger efficacement les bourgeons contre les gelées tardives. Le 2-4 D a même des répercussions dangereuses sur la végétation ce qui a aussi été constaté à maintes reprises en France (29,36).

A la suite des résultats intéressants qui ont été obtenus dans le domaine de la prolongation de la dormance à l'aide de *l'hydrazide maléique* (60,63) et de diverses auxines (1) sur tubercules de pommes de terre et sur arbres fruitiers, nous avons également expérimenté un certain nombre de ces produits sur la vigne.

Un premier essai a été entrepris à Wintzenheim dans une parcelle de *Chasselas* où nous avons procédé à des pulvérisations de solution *d'hydrazide maléique*, sous forme de son sel de diéthanolamine, à 0,3 p. 100 et à 0,15 p. 100. Un premier traitement a été effectué le 9 novembre 1953, c'est-à-dire peu après la chute des feuilles, un second quelques semaines avant le débourrement normal, le 22 mars 1954. Un deuxième produit, l'acide naphthalène acétique, en solution à 0, 01 p. 100 et 0,02 p. 100 a également été essayé le 22 mars.

L'analyse des résultats du tableau LXIII n'a pas révélé de différences significatives par rapport aux parcelles non traitées. Appliqués durant le repos hivernal, à son début ou vers la fin, ces produits n'ont donc eu aucune influence sur la date du débourrement, dans les conditions de notre expérience.

TABLEAU LXIII

Influence de traitements d'hybrazide maléique et d'acide naphtalène acétique, effectués durant le repos hibernal, sur l'époque du débourrement. Chasselas, Wintzenheim 1954.

Produits et dates de traitements	Dates moyennes du débourrement (+)				
	I	II	III	IV	Moyennes
1 Parcelles non traitées	5,0	4,0	5,0	5,2	4,8
2 Hydrazide maléique 0,3 % (9-11-1953)	3,6	4,2	4,0	6,0	4,4
3 Hydrazide maléique 0,15 % (9-11-1953)	7,3	6,0	5,5	5,7	6,1
4 Hydrazide maléique 0,3 % (22-3-1954)	4,6	4,0	4,1	4,0	4,2
5 Hydrazide maléique 0,15 % (22-3-1954)	4,8	6,3	3,6	5,4	5,0
6 Acide naphtalène acétique 0,01 % (22-3-1954)	6,0	4,0	6,7	3,0	4,9
7 Acide naphtalène acétique 0,02 % (22-3-1954)	6,5	3,0	5,0	5,0	4,9

(+) Jours et fractions de jours du mois de mai 1954.

Une deuxième série de traitements appliquée sur des souche isolées de *Chasselas* a été effectuée au cours du débourrement, lorsque les écailles de l'œil sont nettement écartées et que le bourgeon gonflé est encore protégé par le coton. Bien que certaines des concentrations utilisées aient été plus fortes que précédemment (0,15 p. 100-0,3 p. 100-0,6 p. 100-0,9 p. 100-1,2 p. 100-1,5 p. 100) ces pulvérisations sont également restées sans effet sur le débourrement.

Dans ces conditions, *les traitements que nous avons effectués à l'aide de ces produits sont restés inefficaces lorsqu'on les a appliqués au cours du repos hibernal ou même au stade de pré-débourrement.*

Le 20 juillet et le 1er septembre 1954 un certain nombre de souches d'*Auxerrois* ont été pulvérisées avec l'hydrazide maléique à 0,3 p. 100 et 0,15 p. 100.

Les traitements effectués le 20 juillet n'ont pratiquement pas eu d'influence sur la date de la sortie de la dormance qui a eu lieu en moyenne le 30 avril, en même temps que les témoins non traités.

Le traitement du 1er septembre à 0,15 p. 100 a retardé le départ des bourgeons de 2 à 6 jours, ce qui ne présente pas d'intérêt.

Quant au traitement du 1er septembre à 0,3 p. 100 son action peut être considérée comme catastrophique. Comme le montre la figure 49 (photographie prise en juin 1955) un grand nombre d'yeux sont restés com-

plètement dormants, surtout ceux de l'extrémité des branches à fruits. D'autres n'ont atteint qu'une longueur de quelques millimètres ; ceux de la base des sarments et surtout ceux du vieux bois ont donné des pousses de 10 à 80 cm dont les feuilles présentaient de graves altérations morphologiques visibles sur la figure 50. La récolte de ces souches a évidemment été nulle.

Du point de vue pratique on pourra conclure *que ce produit, dont l'effet semble être une action de tout ou rien et dont nous n'avons en tout cas*

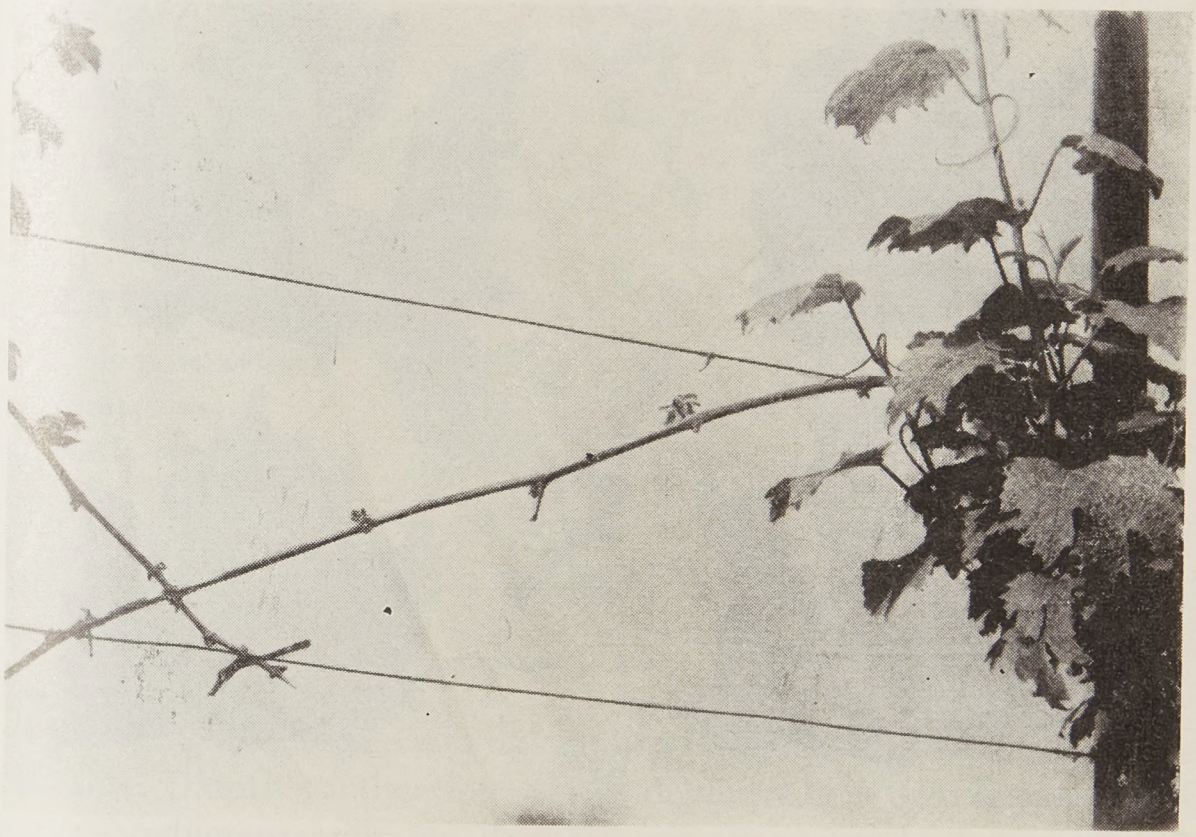


FIG. 49. — Influence de l'hydrazide maléique sur le débourrement.

pas réussi à doser les effets, est vraiment trop dangereux pour être utilisé dans le but poursuivi.

En ce qui concerne plus particulièrement les auxines de synthèse, nous avons pulvérisé à deux reprises, le 26 juillet 1955 et le 20 septembre 1955, des solutions à 0,08 p. 100, 0,04 p. 100, 0,02 p. 100 et 0,01 p. 100 des phytohormones suivantes sur des souches de *Muller-Thurgau* :

acide indol-β-acétique,
acide naphtalène acétique,
1-naphtalène acétamide,
acide 2-naphtoxyacétique,
acide 3-indolbutyrique.

Au moment du débourrement, au printemps 1956, nous avons cependant dû constater qu'aucune des solutions utilisées n'a prolongé la dormance.

En définitive, nous sommes malheureusement obligés de convenir que tous nos essais, entrepris dans le but de prolonger la dormance des bourgeons latents de la vigne, se sont soldés par des échecs.

En terminant nous tenons à signaler un travail très récent de notre collègue P. M. Durquety et de P. Magimel (24). Ces chercheurs ont, en effet, réussi à obtenir des retards de débourrement des bourgeons de

Fig. 50. — Déformations foliaires provoquées par l'hydrazide maléique sur Auxerrois.

la vigne de 3 jours à 1 mois, selon leur gré, par dépôt sur les organes intéressés de films hydrofuges d'organosiliciques.

IV. — L'ÉPOQUE DE DÉBOURREMENT EN TANT QUE PROPRIÉTÉ GÉNÉTIQUE DES VARIÉTÉS

Les différents points que nous venons d'analyser ne doivent cependant pas nous faire oublier que l'époque du débourrement des variétés et espèces du genre Vitis *constitue en définitive une propriété génétique inscrite dans leur patrimoine héréditaire* mais soumise, comme la plupart des caractères génétiques, à des fluctuations plus ou moins importantes.

En 1899, Bonnet et Vidal (7) ont noté les dates de débourrement des cépages cultivés dans les collections de l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier et ils insistent tout particulièrement sur la fluctuation,

souvent considérable, de ce phénomène. Les variations climatiques annuelles, la latitude, la nature du sol, l'exposition, l'âge et la vigueur des vignes en sont les causes principales. Des observations sur le débourrement exigent donc la réalisation de conditions identiques pour toutes les variétés contrôlées. L'examen de quelque 500 variétés et espèces a montré qu'en 1899 à Montpellier, les vignes européennes (*V. vinifera*) ont toutes débourré dans un espace de 22 jours, la totalité des espèces

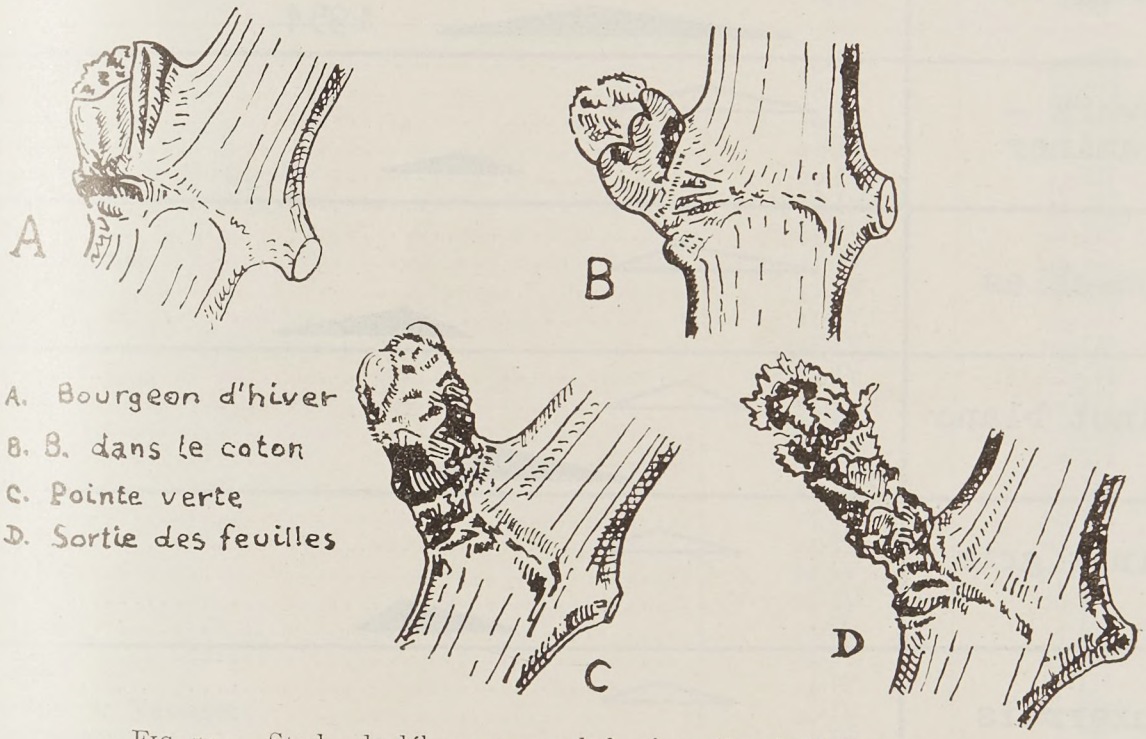


FIG. 51. — Stades de débourrement de la vigne d'après M. BAGGIOLINI.

en 34 jours. Ces observations n'ont malheureusement pas été poursuivies par la suite. D'autres indications sur le débourrement des espèces et des hybrides producteurs ont été données, en 1944, par L. LEVADOUX et R. MICHEL (48) et, plus récemment, par P. GALET (32).

TABLEAU LXIV

Dates, températures et variances des débourrements. Colmar 1953 *et* 1954.

Cépages	Dates moyennes de débourrement (X)		Températures moyennes de débourrement		Variance	
	1953	1953	1953	1954	1953	1054
Knipperler	2,88	8,40	9°1	6°8	2,62	4,15
Gewurztraminer	3,62	12,83	9°2	7°1	2,02	0,80
Chassellas	4,49	14,82	9°3	7°2	3,15	1,84
Pinot blanc	4,70	11,52	9°3	7°0	3,02	3,55
Pinot gris	5,55	14,44	9°4	7°2	2,57	1,92
Auxerrois	6,00	15,86	9°5	7°6	3,90	1,20
Muller-Thurgau	6,40	15,62	9°6	7°6	4.30	1,68
Muscat Ottonel	6,45	16,32	9°6	7°7	5,30	1,69
Sylvaner	6,49	15,72	9°6	7°6	4,84	8,66
Riesling	9,95	21,18	10,0	8°3	6,10	10,50

(X) Jours et fractions de jours du mois d'avril,

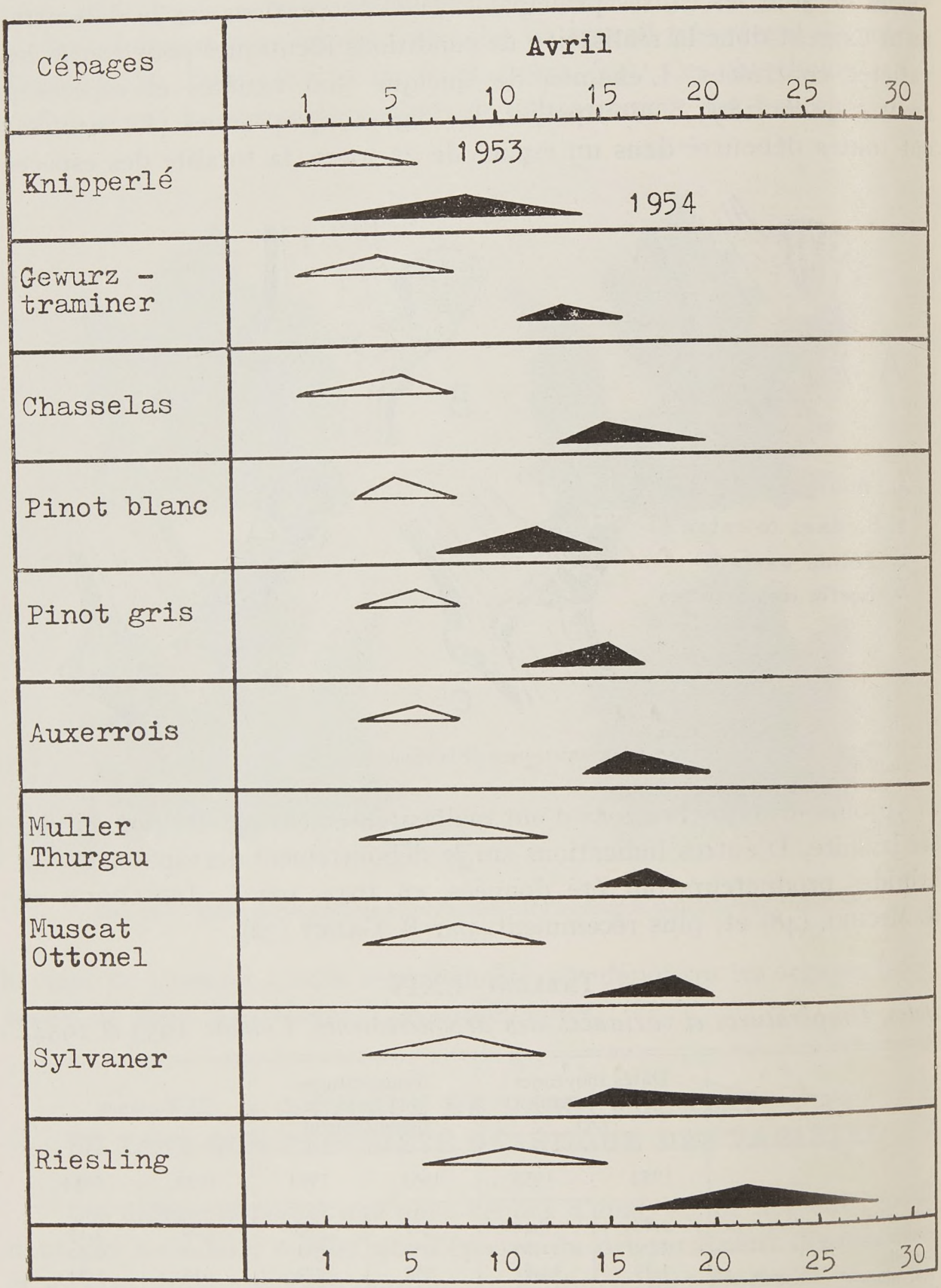


FIG. 52. — Epoques du débourrement des cépages alsaciens en 1953 et 1954.

Tableau LXV

Dates de débourrement 1956 *et* 1957 *des espèces américaines, porte-greffes et hybrides producteurs. Collection ampélographique de Bergheim.*

Dénominations	Dates de débourrement	
	1956	1957
702 A Ob.	16-IV	28-III
595 Ob.	18-IV	28-III
252-1 K.	19-IV	29-III
604 Ob.	20-IV	28-III
Riparia gloire de Montpellier	20-IV	25-III
605 Ob.	21-IV	28-III
1 Baco	21-IV	27-III
Novo Mexicana	21-IV	26-III
1 616 C.	21-IV	26-III
161-49 C.	21-IV	26-III
44-53 M.	22-IV	29-III
26 G.	22-IV	28-III
Jacquez	23-IV	27-III
191-2 K	23-IV	31-III
216-3 C.	23-IV	28-III
Vialla	23-IV	26-III
188-2 K.	24-IV	30-III
252-3 K.	24-IV	28-III
272-1 K.	24-IV	27-III
5 279 S.	24-IV	29-III
14 514 S.	24-IV	4-IV
204 Lt.	24-IV	27-III
426 CH.	24-IV	27-III
Rip.-Rup. de Massanes	24-IV	27-III
Rupestris géant	24-IV	30-III
Berlandieri 43		30-III
Labrusca (Isabelle)	24-IV	29-III
5 C.	24-IV	28-III
Aestivalis	24-IV	
150-15 M.	24-IV	28-III
23 657 S. V.	25-IV	27-III
22 A Baco	25-IV	2-IV
319-3 K	25-IV	29-III
193-2 K.	25-IV	27-III
34 E. M.	25-IV	27-III
Solonis	26-IV	3-IV
149-3 K.	26-IV	29-III
2 282 Lt.	26-IV	28-III
187-1 K.	26-IV	30-III
193-3 K.	26-IV	31-III
278-2 K.	26-IV	30-III
100 S.	26-IV	31-III
20 473 S. V.		29-III
7 053 S.	26-IV	28-III
8 355 S.	26-IV	29-III
101-14 M. G.	26-IV	29-III
3 306 C.	26-IV	30-III
1 616 E.	26-IV	30-III
8 B.	26-IV	27-III
196-17	26-IV	29-III
31 R.	26-IV	29-III
Phénix	26-IV	29-III
Riparia grand glâbre	27-IV	29-III
Cordifolia	27-IV	30-III
14 287 S. V.	27-IV	28-III
Cinerea canescens		28-III
5 437 S.	27-IV	28-III
5 409 S.	27-IV	27-III

Tableau LXV *(suite)*

Dénominations	Dates de débourrement	
	1956	1957
477-1 K.	27-IV	27-III
44 L.	27-IV	28-III
420 A	27-IV	28-III
5 BB	27-IV	30-III
110 R.	27-IV	30-III
SO 4	27-IV	28-III
3 309 C.	27-IV	27-III
York Madeira	28-IV	28-III
65-1 K.	28-IV	30-III
277-2 K.	28-IV	30-III
296-1 K.	28-IV	29-III
8 745 S.	28-IV	31-III
5 247 S. V.	28-IV	30-III
6 R.	28-IV	29-III
9 110 S.	28-IV	2-IV
19 410 S. V.	28-IV	28-III
59 B	28-IV	30-III
125 AA.	28-IV	28-III
4 672 Bu.	29-IV	4-IV
262 R.	29-IV	29-III
18 315 S. V.	29-IV	30-III
782 Ob.	29-IV	30-III
157 G.	29-IV	31-III
192-2 K.	29-IV	5-IV
1 202 C.	29-IV	31-III
503 Barr	29-IV	2-IV
99 R.	29-IV	31-III
267-1 K.	30-IV	8-IV
5 455 S.	30-IV	30-III
3 160 S. V.	30-IV	30-III
5 276 S. V.	30-IV	31-III
Rupestris du Lot	1-V	2-IV
Arizonica	1-V	4-IV
4 986 S.	1-V	2-IV
4 643 S.	1-V	29-III
10 878 S.	1-V	30-III
2 G.	1-V	6-IV
18 283 S. V.	1-V	31-III
3 Ru.	1-V	29-III
244 Lt.	1-V	31-III
4 687 Bu.	1-V	3-IV
Monticola	2-V	31-III
237-2 K.	2-V	4-IV
237-1 K.	2-V	6-IV
12 286 S. V.	2-V	8-IV
18 402 S. V.	2-V	8-IV
19 233 S. V.	2-V	31-III
Noah	2-V	9-IV
93-5 C.	2-V	6-IV
2 Ganzin	2-V	28-III
275-2 K.	3-V	28-III
10 096 S.	3-V	7-IV
2 281 Lt.	3-V	31-III
20 366 S. V.		3-IV
62-66 C.	3-V	9-IV
57 R.	3-V	30-III
9 Ganzin	3-V	30-III
14 596 S.		7-IV
Berlandieri 112	4-V	31-III
333 E. M.		4-IV
14 664 S.	5-V	10-IV
41 B.	5-V	9-IV

Au cours des printemps 1953 et 1954 nous avons contrôlé la sortie de la dormance de 10 cépages alsaciens cultivés à Colmar. Un compte rendu détaillé de ce travail ayant déjà été publié (37) nous ne donnerons ici qu'un résumé de ces observations.

Tableau LXVI

Dates de débourrement 1957 des cépages de V. vinifera de la collection ampélographique de Bergheim.

Cépages	Dates de débourrement	Cépages	Dates de débourrement
Affenthaler	27-III	Merlot	3-IV
Lignan	28-III	Ploussart	3-IV
Panse précoce	28-III	Sylvaner blanc	3-IV
Jaoumet	29-III	Trollinger	3-IV
Wildbacher	29-III	Clairette	4-IV
Perle de Csaba	29-III	Chenin blanc	4-IV
Gewurztraminer	29-III	Syrah	4-IV
Madeleine Angevine	29-III	Madeleine royale	4-IV
Madeleine Céline	29-III	Rotgipfler	4-IV
Limberger	29-III	Précoce de Malingre	4-IV
Chardonnay	29-III	Pinot noir	5-IV
Chasselas musqué	29-III	Muscat Ottonel	5-IV
Meslier	29-III	Pinot blanc	5-IV
Folle blanche	30-III	Pinot tête de nègre	5-IV
Heiligensteiner Clevner	30-III	Grand noir de la Calmette	5-IV
Bouchereau	30-III	Sémillon	5-IV
Saint-Laurent	30-III	Sauvignon	5-IV
Elbling blanc	30-III	Welschriesling	6-IV
Elbling noir	30-III	Pinot gris	6-IV
Butschera	30-III	Alicante Bouschet	6-IV
Furmint	31-III	Savagnin blanc	6-IV
Gouais	31-III	Riesling	6-IV
Enfariné	31-III	Goldriesling	6-IV
Gueuche	31-III	Auxerrois	6-IV
Knipperlé	31-III	Bicane	6-IV
Aligoté	31-III	Mondeuse	7-IV
Chasselas Cioutat	31-III	Sylvaner rouge	7-IV
Chasselas blanc	1-IV	Portugais bleu	8-IV
Chasselas rose	1-IV	Béclan	8-IV
Cabernet franc	1-IV	Mauzac	9-IV
Corbeau	1-IV	Marsanne	9-IV
Gamay fréaux	1-IV	Zierfandler	9-IV
Morillon	2-IV	Trousseau	9-IV
Roussette	2-IV	Carignan	11-IV
Joubertin	2-IV	Cinsaut	11-IV
Pinot violet	2-IV	Ugni blanc	11-IV
Aramon	2-IV	Meunier	11-IV
Viognier	2-IV	Jurançon	11-IV
Gamay	2-IV	Cabernet-Sauvignon	13-IV
Muller-Thurgau	2-IV	Grenache	17-IV
		Bouquet	17-IV

Tous les yeux d'une même souche ne débourrant pas ensemble nous avons conventionnellement choisi comme date de débourrement d'un individu, le moment où plus de la moitié des bourgeons latents se trouvaient au stade C « pointe verte » tel qu'il a été défini par M. Baggiolini (2 et fig. 51). Les contrôles ont été effectués tous les deux jours, ce qui a permis de définir à la fois les moyennes exactes et les variances du phé-

nomène. La figure 52 indique les époques de débourrement en 1953 (triangles blancs) et en 1954 (triangles noirs) des dix cépages étudiés. La base des triangles représente les dates extrêmes de débourrement, le sommet des dates moyennes des distributions enregistrées. Dans le tableau LXIV on trouvera les dates moyennes de débourrement exprimées en jours et fractions de jour des mois d'avril 1953 et 1954, les températures moyennes et les variances des sorties de la dormance.

Les différences de date peuvent être considérées comme significatives lorsqu'elles dépassent 0,61 en 1953 et 0,59 en 1954. Compte tenu de ces chiffres on se rendra compte que l'ordre de débourrement a très peu varié, le *Knipperlé* venant en tête et le *Riesling* en dernier lieu au cours des deux années. Le temps écoulé entre le départ moyen de la végétation du *Knipperlé* et celui du *Riesling* n'est lui-même pas très considérable : environ 7 jours en 1953, 13 jours en 1954 et, pratiquement, on pourra dire qu'il n'y a guère que le *Riesling* qui débourre vraiment plus tardivement que les autres cépages cultivés dans la région.

En 1956 et 1957 nous avons, d'autre part, noté les dates de débourrement des variétés, hybrides et espèces de la collection ampélographique de Bergheim. On trouvera les résultats de ces observations dans les tableaux LXV et LXVI.

Chapitre III

ÉTUDE DU MODE DE RAMIFICATION

Après avoir analysé les corrélations entre les différents bourgeons sur les rameaux herbacés de la vigne et montré la disparition de ces dernières sur les rameaux ligneux, il nous reste à définir les lois qui président au devenir ultérieur de ce rameau d'un an, c'est-à-dire sa ramification.

Dans son travail déjà cité précédemment (17) P. Champagnat considère que les *corrélations spécifiques* sur le rameau d'un an des végétaux ligneux, corrélations qui sont en grande partie responsables de sa ramification, sont déterminées par une interaction entre au moins deux facteurs :

a) Des « *propriétés fixées* » (inductions, morphoses) réparties suivant un gradient basitone ou acrotone et qui prédéterminent en partie ou en totalité le devenir des bourgeons d'après le niveau de leur insertion sur le rameau-mère.

b) Des « *concurrences de nature actuelle* » révélées par la taille des arbres fruitiers qui s'opposent ou s'ajoutent aux propriétés fixées et qui sont liées à la vigueur du rameau taillé ou ébourgeonné.

Chez la vigne les rameaux ligneux, c'est-à-dire les sarments d'un an,

constituent en même temps les branches à fruits et l'on sait que cette plante subit des systèmes de taille et des modes de conduite ou de palissage très variables d'un pays et d'une région à l'autre.

Au cours de l'étude qui va suivre nous essaierons principalement de déterminer, non seulement le mode de ramification de la vigne (1), mais également la part qui revient respectivement aux « *propriétés fixées* » et aux « *concurrences de nature actuelle* ». Dans ce but nous analyserons successivement le développement des bourgeons sur les sarments d'un an de souches non taillées, l'influence de la taille et du mode de palissage, la signification des yeux restant naturellement en repos, et enfin, les relations entre la dormance, le froid hivernal et la ramification.

I. — RAMIFICATION DES SARMENTS D'UN AN DE SOUCHES NON TAILLÉES

Au cours des hivers 1954-1955 et 1955-1956, un certain nombre de souches de *Riesling*, *Pinot blanc* et *Auxerrois* n'ont pas été taillées et,

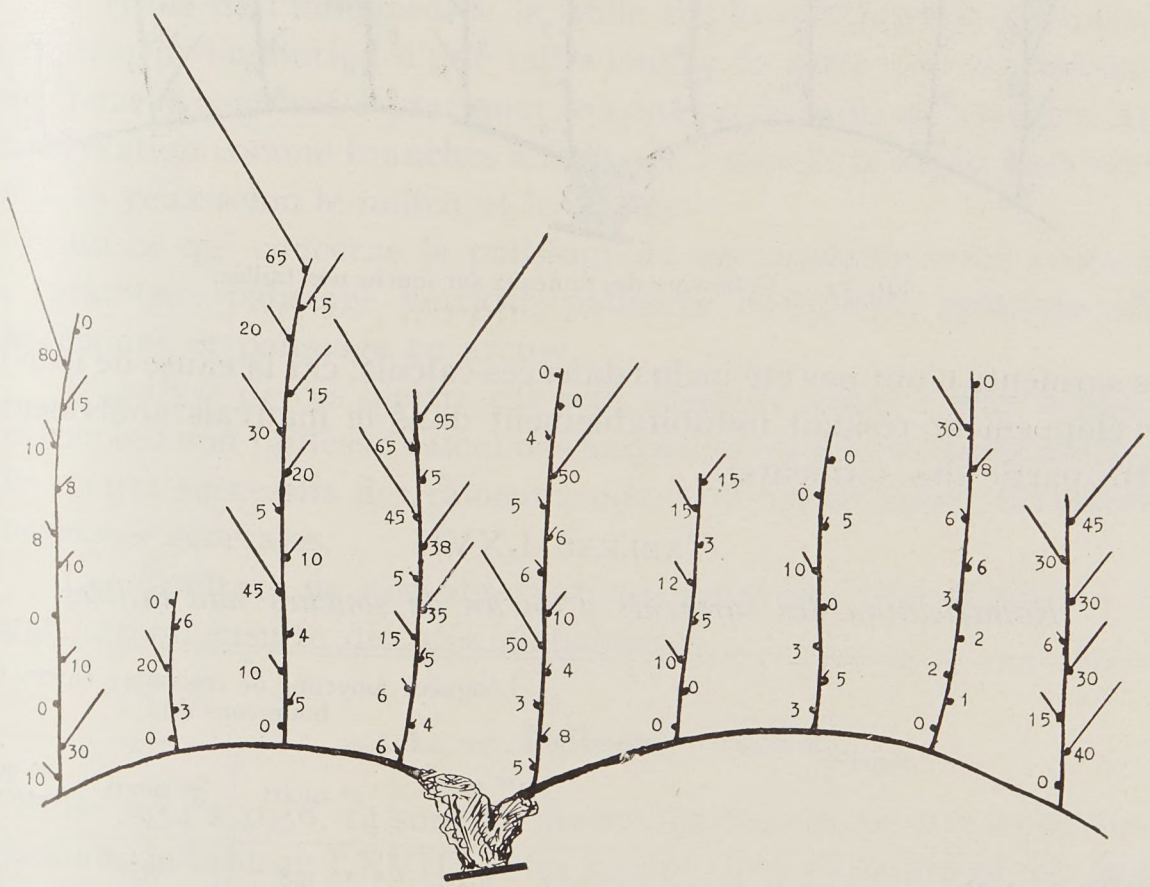


FIG. 53. — Croissance des rameaux sur souche non taillée.

après la période végétative correspondante, elles se présentaient selon les schémas des figures 53 et 54.

(1) Nous envisagerons uniquement le cas de *V. vinifera* à l'aide des cépages cultivés en Alsace. S'il est fort possible et même probable que d'autre espèces du genre *Vitis* présentent un comportement voisin, nous pensons que certaines, en particulier *V. rupestris*, sont susceptibles de s'en éloigner.

Pour permettre une analyse rationnelle du mode de ramification (tableau LXVII), nous avons tout d'abord calculé, pour chaque souche, la longueur moyenne des rameaux ayant pris naissance aux 4 quarts successifs des rameaux-mères (les bourgeons restés dormants à l'extrémité

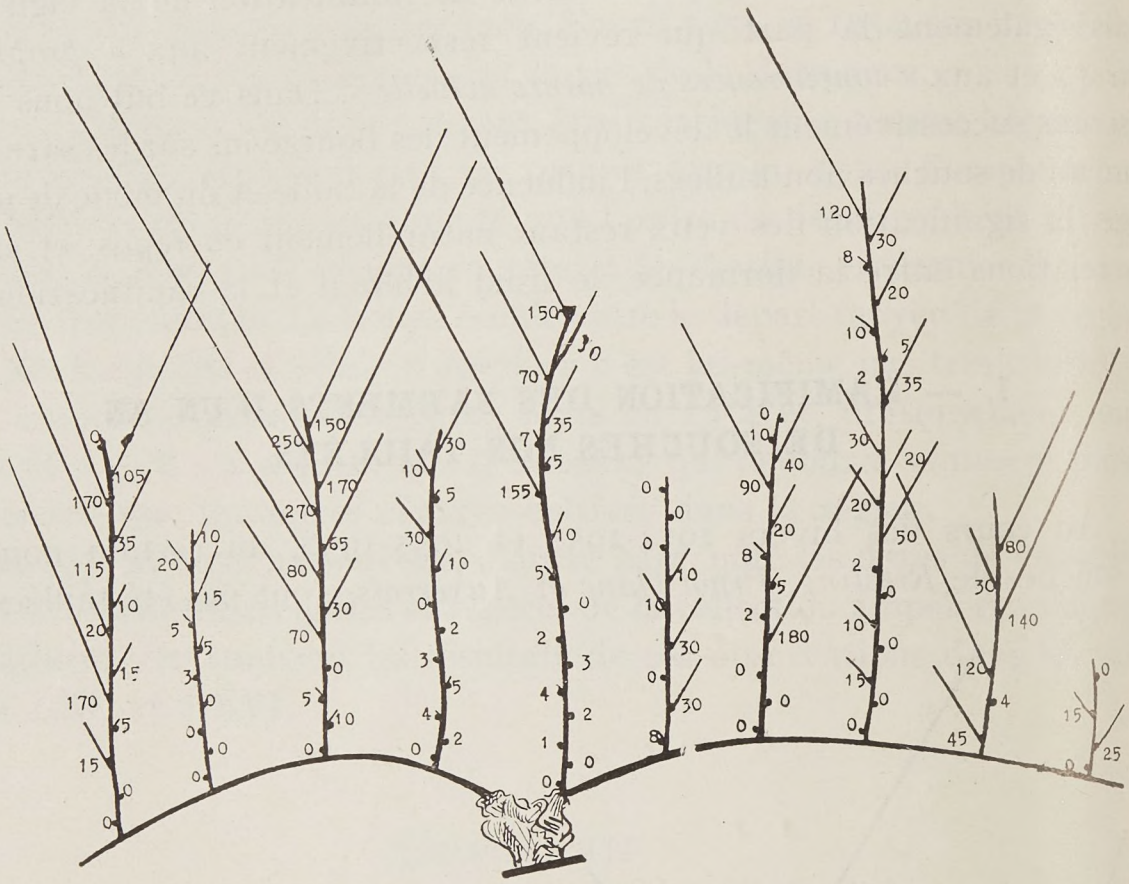


FIG. 54. — Croissance des rameaux sur souche non taillée.

des sarments n'ont pas été inclus dans ces calculs, car la cause de leur non développement résidait indubitablement dans le mauvais aoûtement de cette partie des sarments).

TABLEAU LXVII

Ramification des sarments d'un an de souches non taillées.

Souches	Longueur moyenne de croissance en cm. des bourgeons du :			
	1er quart (base)	2e quart	3e quart	4e quart (extrémité)
Riesling 1955	0,9	9,8	8,6	33,9
Riesling 1955	4,6	27,6	39,6	62,9
Riesling 1955	6,4	12,9	14,5	29,8
Pinot blanc 1956	2,3	9,8	34,5	82,4
Riesling 1956	3,8	16,3	10,9	70,7
Auxerrois 1956	3,0	13,4	28,7	57,2
Moyennes	3,5	14,9	24,1	56,1
Comparaison des moyennes par le test t		6,89	2,25	5,39
Probabilité		P < 0,01	0,10 < P < 0,05	P < 0,01
Signification		S	NS	S

Après avoir obtenu les moyennes générales de ces mesures, nous avons procédé à la comparaison des séries successives de chiffres à l'aide du test « *t* » de STUDENT-FISHER (Méthode d'appariement). C'est ainsi que les mesures du 1er quart sont très significativement différentes de celles du second quart. Ces dernières ne présentent pas de différence nettement significative par rapport à celles du 3e quart alors que le seuil de signification est à nouveau largement dépassé au cours de la comparaison entre les chiffres du 3e et du 4e quart.

Ces observations montrent que la *ramification des sarments d'un an de souches non taillées est de type « acrotone »*, Cependant cette acrotonie est loin d'être parfaite car il a été possible d'observer une proportion relativement importante de développements considérables de bourgeons du second et du troisième quart, comme on pourra s'en rendre compte sur les figures 53 et 54.

II. — INFLUENCE DE LA TAILLE ET DU MODE DE PALISSAGE

L'étude de l'influence de la taille sur la ramification nécessite obligatoirement l'adoption d'une taille longue de sorte que nous avons tout simplement continué à pratiquer le système de taille en usage en Alsace : conservation comme branches à fruits de 2 sarments sur lesquels on laisse 10 à 15 yeux selon le milieu et le cépage.

En ce qui concerne le palissage de ces sarments nous avons choisi 4 variantes : palissage vertical, palissage horizontal, palissage oblique descendant et palissage en arcure.

L'analyse de ces quatre cas sera effectuée selon le plan utilisé pour les souches non taillées : calcul des longueurs moyennes des pousses issues des quarts successifs des rameaux-mères et comparaison statistique des moyennes générales.

Les résultats de nos observations, présentés tout d'abord à l'état brut, seront ensuite discutés globalement.

A. — Palissage vertical.

De 1954 à 1956, 14 souches ainsi palissées ont pu être analysées. Les résultats du tableau LXVIII et les figures 55 et 56 montrent que la ramification de ces sarments diffère considérablement de celle des rameaux d'un an de souches non taillées.

La comparaison des moyennes générales indique bien une préséance significative des pousses du 4e quart sur celles des 3e et 2e quarts et la croissance de ces dernières a été nettement supérieure à celle des rameaux de la base, mais ces différences sont bien atténuées par rapport au cas précédent.

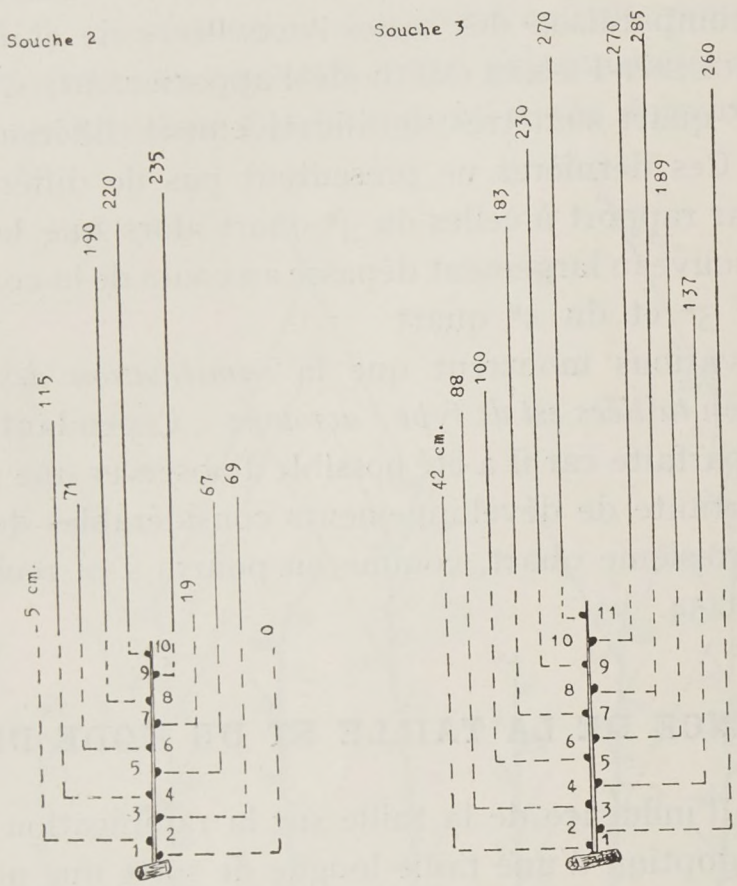


FIG. 55. — Croissance des rameaux sur sarments palissés verticalement.

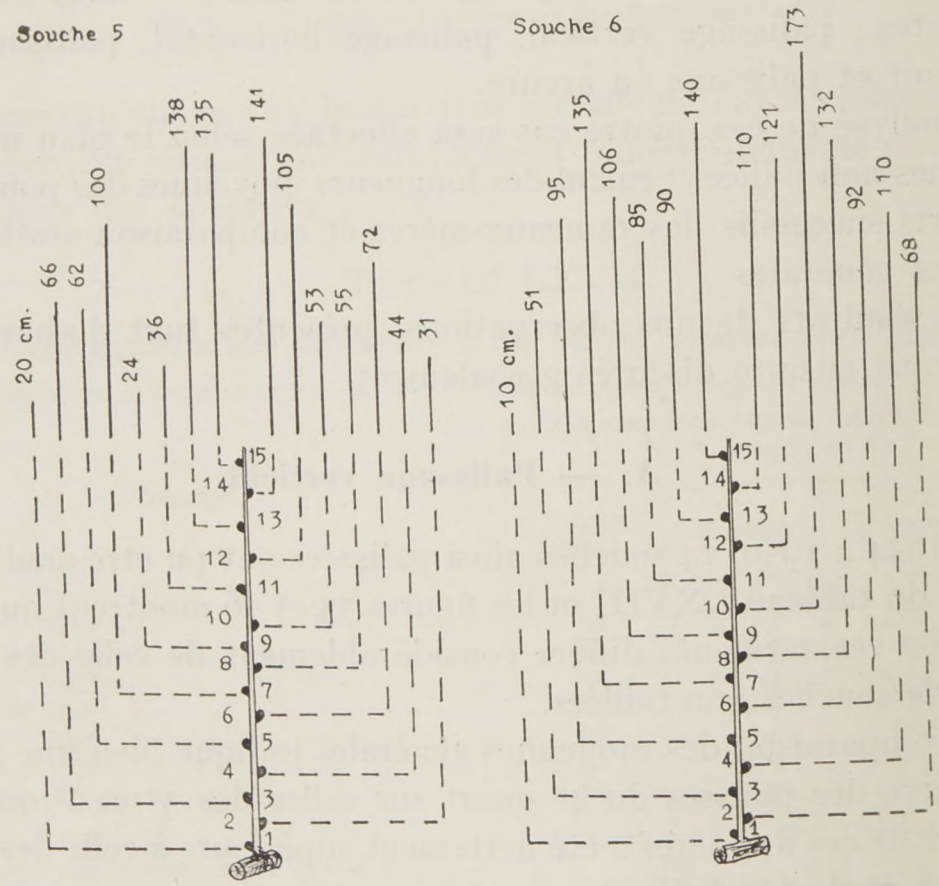


FIG. 56. — Croissance des rameaux sur sarments palissés verticalement.

Lorsqu'on examine les souches individuellement, on remarque, en particulier, qu'une assez grande proportion de sarments présente des exceptions à cette règle :

— La différence de développement des bourgeons du 2e et du 3e quart n'est plus du tout significative.

— Les pousses du 3e quart de la souche 6 se sont davantage développées que celles de l'extrémité.

— La croissance des rameaux de la base des souches 1, 4 et 7 a été plus forte que celle des rameaux du second quart.

TABLEAU LXVIII

Ramification des sarments d'un an palissés verticalement.

Cépages	Années	Longueur moyenne de croissance (en cm) des bourgeons du :			
		1er quart (base)	2e quart	3e quart	4e quart (extrémité)
1 Pinot gris	1954	109	99	288	322
2 Pinot gris	1954	25	92	45	215
3 Chasselas	1054	130	142	248	270
4 Pinot gris	1955	112	77	132	208
5 Auxerrois	1955	43	71	55	129
6 Chasselas	1955	47	108	124	115
7 Rieling	1955	128	83	61	101
8 Knipperlé	1956	29	80	85	110
9 Pinot blanc	1956	62	84	108	111
10 Auxerrois	1956	60	109	109	116
11 Gewurztraminer	1956	61	82	76	92
12 Gewurztraminer	1956	143	230	213	240
13 Pinot gris	1956	67	103	108	196
14 Pinot blanc	1956	145	195	159	315
Moyennes		82,9	111,1	129,3	181,4
Comparaison des moyennes par le test t			2,78	1,09	3,54
Probabilité			0,01 < P < 0,02	P < 0,30	P < 0,01
Signification			S	NS	S

B. — Palissage horizontal.

Les mesures de croissance que nous avons effectuées sur les rameaux nés sur les sarments palissés horizontalement (tableau LXIX, fig. 57 et 58) montrent que la tendance à l'uniformisation de développement, déjà constatée dans le cas du palissage vertical, s'est encore renforcée.

La longueur des pousses du 1er quart n'est plus significativement différente de celle du 2e quart. La différence entre le second et le troisième quart et entre ce dernier et le quatrième quart est, par contre, encore significative. On remarquera cependant que cette dernière différence qui était en moyenne de 50 cm dans le cas du palissage vertical est réduite à 25 cm dans le mode de palissage horizontal.

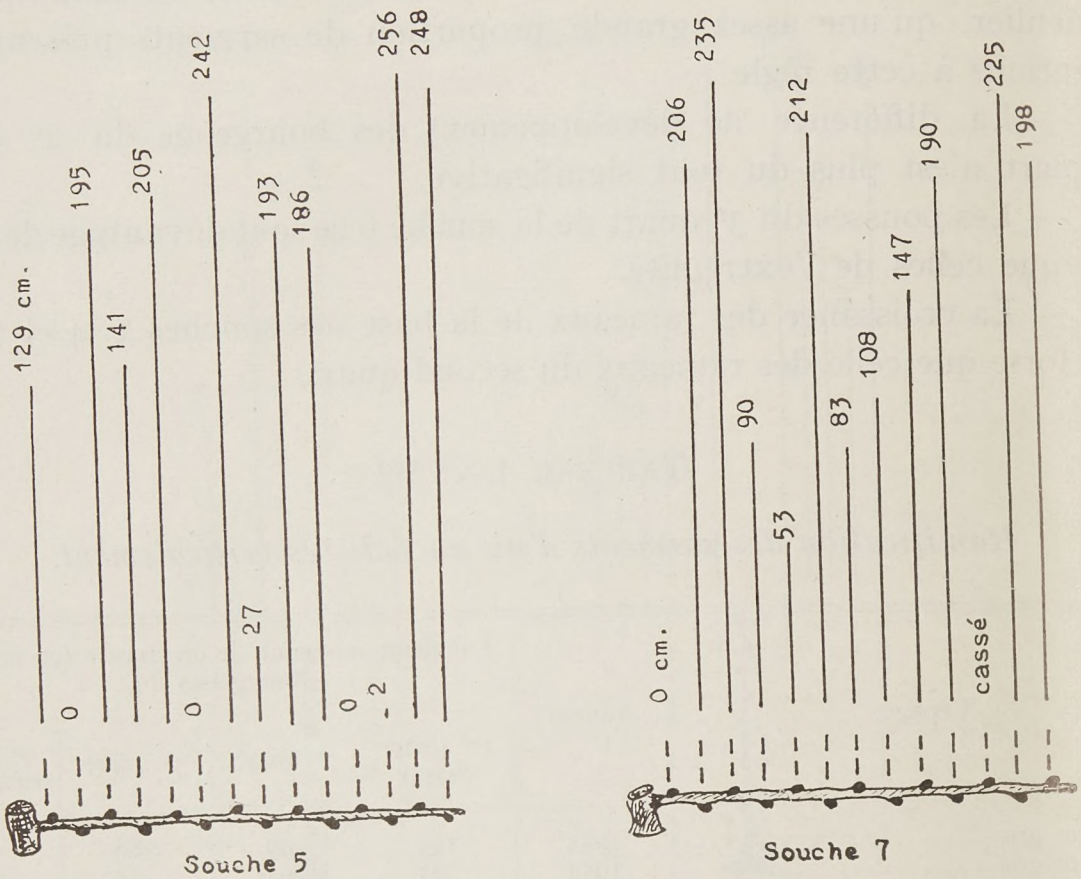


FIG. 57. — Croissance des rameaux sur sarments palissés horizontalement.

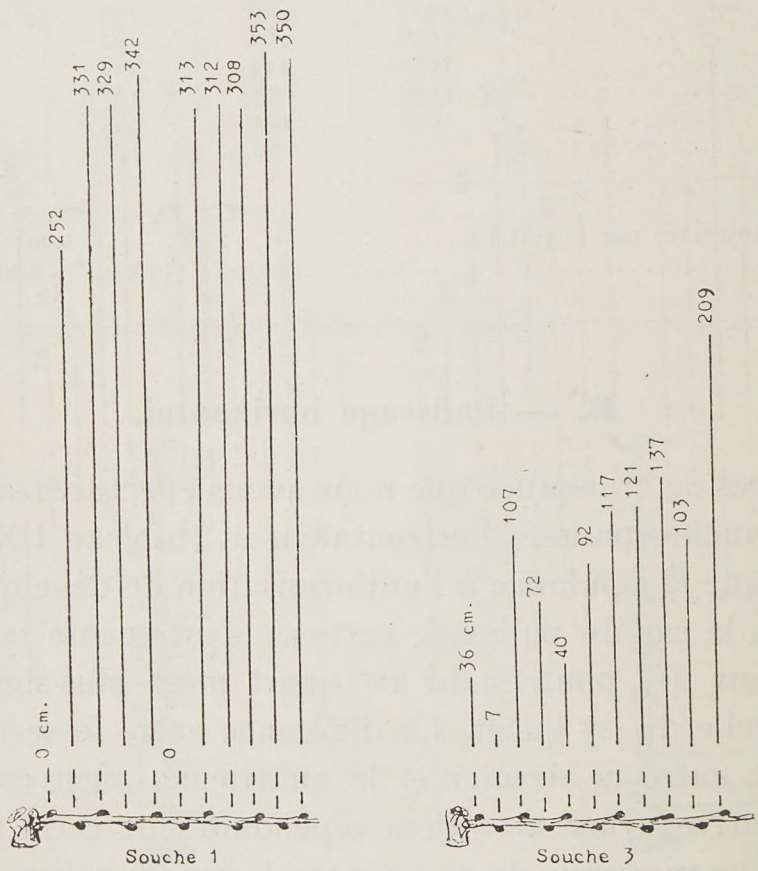


FIG. 58. — Croissance des rameaux sur sarments palissés horizontalement.

Tableau LXIX

Ramification des sarments d'un an palissés horizontalement.

Cépages	Années	Longueur moyenne de croissance (en cm) des bourgeons du :			
		1er quart (base)	2e quart	3e quart	4s quart (extrémité)
1 Pinot gris	1954	194	227	311	352
2 Chasselas	1954	10	44	44	53
3 Pinot gris	1954	50	68	125	156
4 Pinot gris	1955	93	221	315	312
5 Auxerrois	1955	108	147	135	168
6 Riesling	1955	73	146	218	222
7 Chasselas	1955	167	118	113	204
8 Knipperlas	1956	30	49	76	80
9 Pinot blanc	1956	67	72	62	98
10 Auxerrois	1955	37	48	52	105
11 Gewurztraminer	1956	112	145	141	170
12 Gewurztaminer	1956	227	177	215	307
13 Pinot gris	1956	240	207	207	159
14 Pinot blanc	1956	88	116	110	122
15 Auxerrois	1956	62	92	80	83
Moyennes		102,5	102,1	146,9	172,7
Comparaison des moyennes par le test t		2,04	2,35	2,79	
Probabilité		0,10>P>0,05	0,05>P>0,02	0,02>P>0,01	
Signification		NS	S	S	

C. — Palissage oblique.

A partir de 1955, nous avons également contrôlé la croissance des rameaux issus de sarments palissés en oblique (tableau LXX, fig. 59 et 60), leur extrémité se trouvant à un niveau inférieur d'une trentaine de centimètres par rapport à celui de leur base.

Tableau LXX

Ramification des sarments d'un an palissés en oblique.

Cépages	Années	Longueurs moyennes de croissance (en cm) des bourgeons du :			
		1er quart (base)	2e quart	3o quatr	4e quart (extrémité)
1 Riesling	1955	139	71	84	112
2 Chasselas	1955	71	171	151	231
3 Knipperlé	1956	55	71	65	44
4 Pinot blanc	1956	76	49	45	54
5 Auxerrois	1956	120	134	102	107
6 Gewurztraminer	1956	57	63	49	97
7 Gewurztraminer	1956	149	163	219	161
8 Pinot gris	1956	122	178	171	127
9 Pinot blanc	1956	316	306	335	340
10 Auxerrois	1956	183	95	113	183
Moyennes		129,7	130,1	133,4	145,6
Comparaison des moyennes par le test t		0,91			
Probabilité		0,40 > P > 0,30			
Signification		NS			

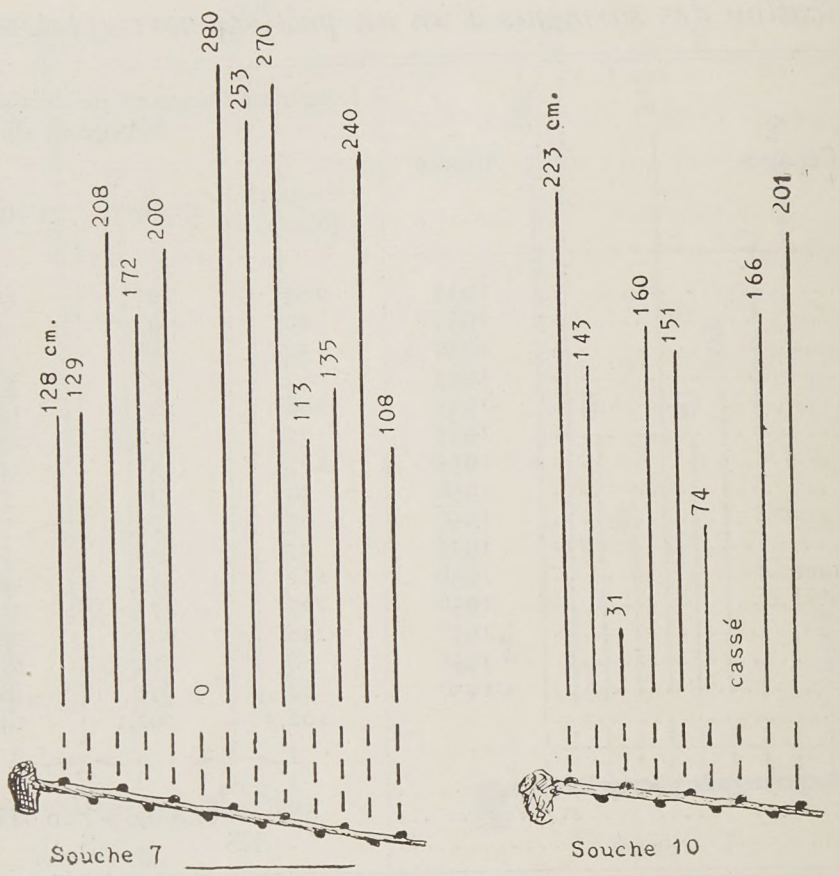


FIG. 59. — Croissance des rameaux sur sarments palissés en oblique.

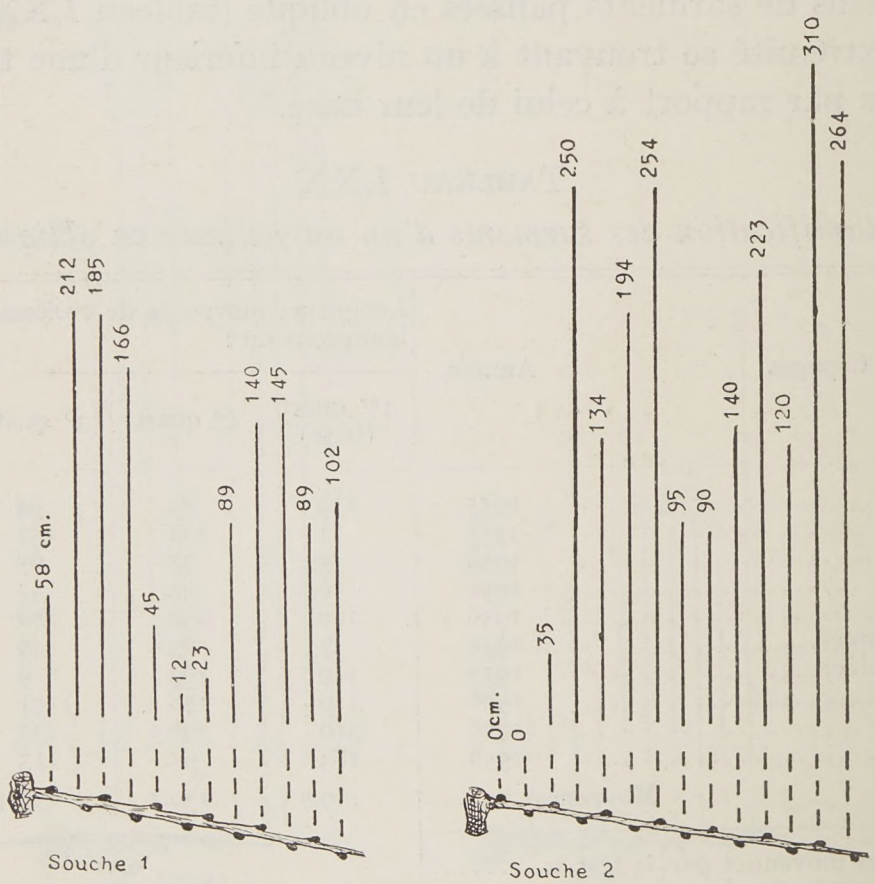


FIG. 60. — Croissance des rameaux sur sarments palissés en oblique.

Les résultats que nous avons pu enregistrer ainsi sont intéressants en ce sens qu'ils montrent que lorsque l'extrémité du rameau d'un an est plus basse que son point d'insertion, les pousses qui y prennent naissance se développent de façon analogue quelle que soit leur localisation sur le rameau-mère. C'est ainsi qu'il n'a plus été possible de mettre en évidence une différence significative entre les différentes moyennes, et que la croissance des bourgeons du premier quart égale ou dépasse plusieurs fois celui du quatrième quart, fait que nous n'avons jamais observé au cours des cas précédents.

D. — Palissage en arcure.

Cette forme de palissage (fig. 61) est fréquente dans bien des régions viticoles et tout particulièrement en Alsace.

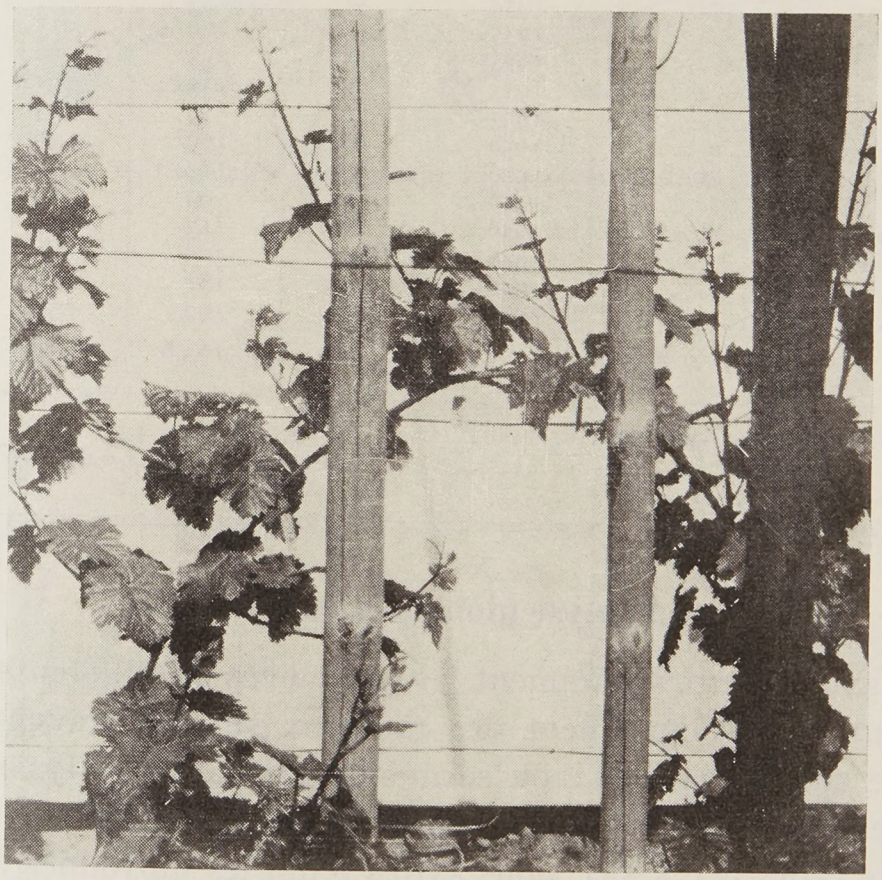


FIG. 61. — Palissage en arcure.

La détermination des longueurs moyennes de croissance des bourgeons par quarts successifs du sarment d'un an a été quelque peu modifiée dans le cas qui nous occupe. C'est ainsi que nous avons différencié d'une part les moitiés inférieure (1er quart) et supérieure (2e quart) de la partie ascendante de l'arcure, d'autre part les deux moitiés (3e et 4e quarts) de la partie descendante de l'arcure.

Les différences enregistrées dans le calcul des moyennes générales (tableau LXXI) sont toutes hautement significatives, mais le mode de

croissance de l'ensemble des rameaux s'éloigne totalement de celui des cas précédents. Il se présente sous l'aspect d'une sinusoïde (tableau LXXI, fig. 62 et 63) dont les minima sont constitués par les pousses du 1er et du 3e quart (portion qui succède immédiatement au point d'inflexion du sarment) et les maxima par les rameaux du 2e et du 4e quart.

TABLEAU LXXI

Ramification des sarments d'un an palissés en arcure.

Cépages	Années	Longueurs moyennes de croissance (en cm) des bougeons du :			
		1e quart (base)	2e quart	3e quarts	4e quart (extrémité)
1 Pinot gris	1954	58	242	108	230
2 Pinot gris	1954	54	178	47	177
3 Auxerrois	1954	51	133	87	120
4 Pinot gris	1955	98	269	215	244
5 Auxerrois	1955	227	253	96	288
6 Chasselas	1955	95	133	121	160
7 Riesling	1955	10	79	25	92
8 Knipperlé	1956	60	103	49	57
9 Pinot blanc	1956	38	114	95	150
10 Auxerrois	1956	77	99	65	73
11 Gewurztraminer	1956	82	113	44	90
12 Gewurztraminer	1956	232	305	185	287
13 Pinot gris	1956	123	181	176	163
14 Auxerrois	1956	85	92	78	103
Moyennes		92,2	163,8	99,3	159,5
Comparaison des moyennes par le test t		4,97	4,57	3,95	
Probabilité		P > 0,01	P > 0,01	P > 0,01	
Signification		S	S	S	

E. — Analyse globale et conclusions.

Après avoir décrit séparément les incidences de différents modes de palissage sur le développement des rameaux sur les branches à fruits (c'est-à-dire sur les rameaux ou sarments d'un an), analysons globalement l'ensemble des résultats que nous avons enregistrés.

Dans le tableau LXXII, nous avons réuni les moyennes des chiffres signalés précédemment (tableaux LXVII à LXXI). Cependant, dans le but de les rendre comparables entre elles, nous avons également transformé ces moyennes exactes en valeurs relatives exprimées en pourcentage des moyennes générales de chaque série. Le graphique de la figure 64 a d'ailleurs été établi à l'aide de ces valeurs relatives.

En résumé, les constatations suivantes peuvent être faites sur les quarts successifs des sarments d'un an :

1er quart (base).

Le développement des rameaux a été le plus faible dans le cas des souches non taillées où il ne représente que 14,2 p. 100 de la longueur

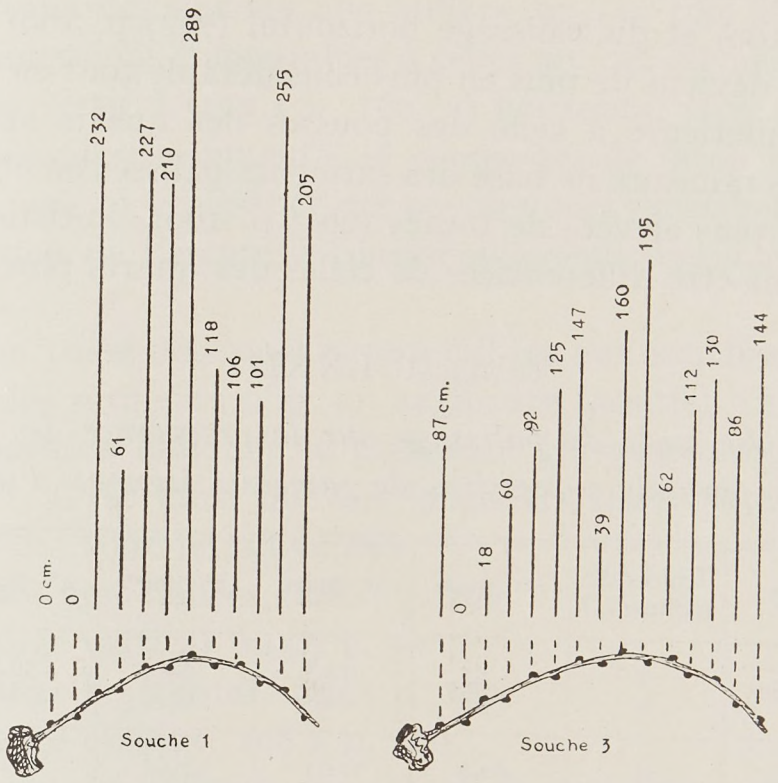


FIG. 62. — Croissance des rameaux sur sarments palissés en arcure.

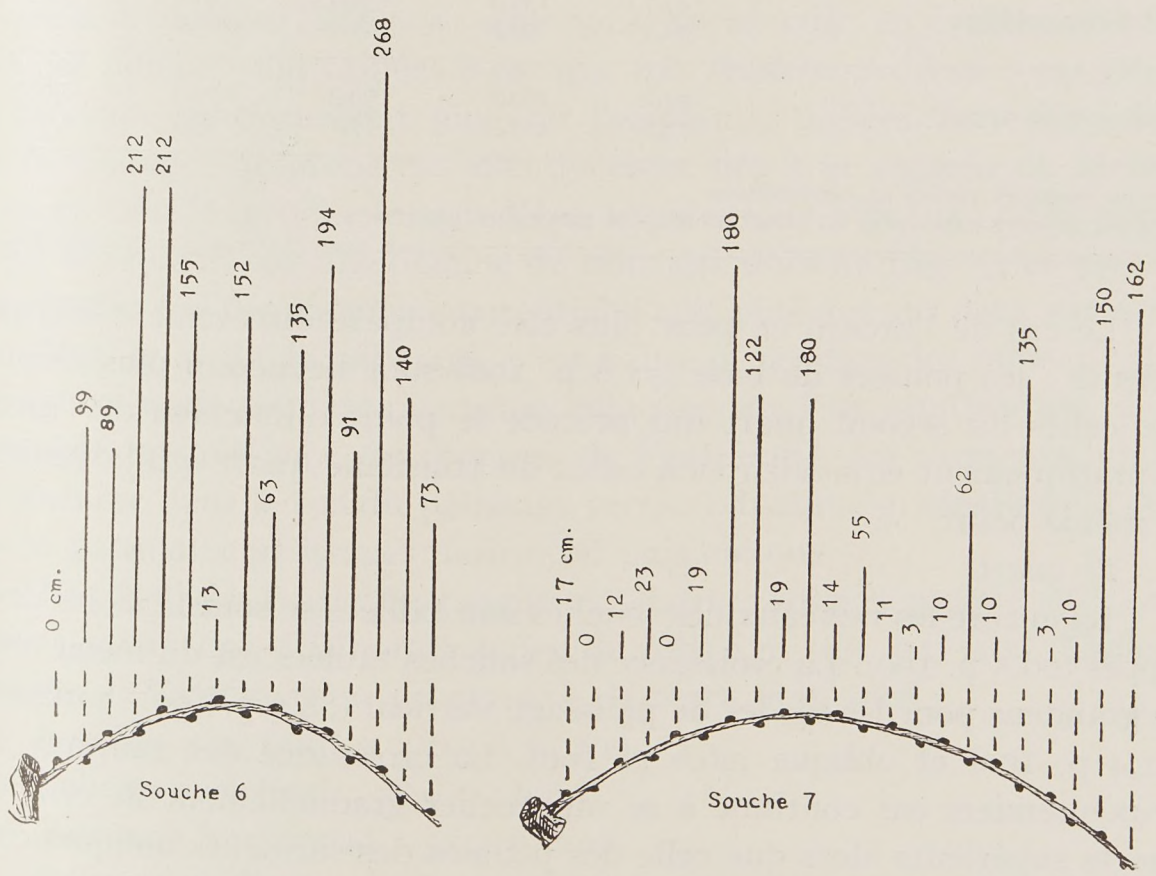


FIG. 63. — Croissance des rameaux sur sarments palissés en arcure.

moyenne de l'ensemble des ramifications. Dans les cas du palissage vertical (65,7 p. 100) et du palissage horizontal (74,9 p. 100) la croissance de ces pousses devient de plus en plus considérable tout en restant significativement inférieure à celle des pousses des quarts supérieurs. Les dimensions des rameaux de base des sarments palissés en oblique descendante sont les plus élevées de toutes (96,3 p. 100), statistiquement elles ne peuvent plus être différenciées de celles des quarts plus élevés.

Tableau LXXII

Influence du mode de palissage sur la croissance des sarments sur les portions successives de rameaux ligneux d'un an.

Mode de palissage	Unités de mesure (1)	1er quart	2e quart	3e quart	4e quart	Moyennes générales
Souches non taillées	a	3,5	14,5	24,1	56,1	24,6
	b	14,2	60,5	97,9	228,0	100,0
Palissage vertical	a	82,9	111,1	129,3	181,4	126,2
	b	65,7	88,0	102,4	143,7	100,0
Palissage horizontal	a	102,5	125,1	146,9	172,7	136,7
	b	74,9	91,4	107,4	126,2	100,0
Palissage oblique	a	129,7	130,1	133,4	145,6	134,7
	b	96,3	96,6	99,0	108,1	100,0
Palissage en arcure	a	92,2	163,8	99,3	159,5	128,7
	b	71,6	127,3	77,1	123,9	100,0

(1) a = mesures réelles en centimètres.
b = mesures exprimées en pourcentage des moyennes générales.

Le cas de l'arcure ne peut plus être comparé directement aux précédents : les pousses de base (71,6 p. 100) sont beaucoup plus réduites que celles du second quart qui précède le point d'inflexion de l'arcure et pratiquement équivalentes à celles du troisième quart qui fait suite à ce même point.

2e quart.

Ici encore les rameaux des souches non taillées se sont le moins développés (60,5 p. 100). La croissance des souches taillées est du même ordre de grandeur pour les modes de palissage vertical (88,0 p. 100), horizontal (91,4 p. 100) et oblique (96,6 p. 100). La croissance des rameaux des deux premiers cas continue à se rapprocher graduellement de celle des quarts supérieurs alors que celle des pousses des sarments obliques reste stable.

Le développement moyen des pousses nées sur cette portion du sarment palissé en arcure, atteint 127,3 p. 100, c'est-à-dire pratiquement la valeur de l'extrémité du sarment.

3e quart.

Les rameaux des souches non taillées (97,9 p. 100) atteignent maintenant des dimensions comparables à celles qui ont été mesurées au cours des palissages vertical (102,4 p. 100) et horizontal (107,4 p. 100). Ceux du sarment oblique continuent à se comporter de façon homogène (99,0 p. 100) alors que la croissance des pousses nées immédiatement après le point d'inflexion de l'arcure a considérablement diminué (77,1 p. 100).

4e quart.

Lorsqu'on passe des souches non taillées aux souches taillées et que l'inclinaison des sarments d'un an augmente (position verticale-position horizontale-position oblique), la préséance des pousses apicales diminue graduellement. C'est ainsi que les longueurs relatives des pousses des différentes séries sont les suivantes :

— souches non taillées, 228,0 p. 100,
— palissage vertical, 143,7 p. 100,
— palissage horizontal, 126,2 p. 100,
— palissage oblique, 108,1 p. 100.

Dans le cas du palissage en arcure, la croissance moyenne des rameaux de l'extrémité du sarment est sensiblement équivalente à celle que nous avons enregistrée sur le second quart (portion précédant l'arcure).

En définitive, l'*acrotonie* que nous avons mise en évidence dans le cas des souches non taillées n'est que *très faiblement « fixée »* car elle ne se retrouve pratiquement plus sur des plantes taillées. Cette disparition de la tendance acrotone est effectivement liée à la vigueur du sarment d'un an : sur les souches non taillées, le potentiel « vigueur » de la plante-mère se répartit sur une dizaine de rameaux d'un an (fig. 53 et 54) ; sur les souches taillées, ce même potentiel n'agit plus que sur deux sarments.

Mais le mode de palissage, c'est-à-dire la position des rameaux d'un an exerce également une certaine influence sur leur ramification, en ce sens que la préséance des pousses de l'extrémité des sarments, encore importante dans le cas du palissage vertical diminue graduellement lorsqu'on passe aux palissages horizontal puis oblique.

Le calcul des écarts des longueurs relatives entre le premier et le quatrième quart des différentes séries de palissage (fig. 64) rend d'ailleurs compte de l'atténuation progressive de cette préséance :

Souches non taillées : 213,8 p. 100.
Palissage vertical : 78,0 p. 100.
Palissage horizontal : 51,3 p. 100.
Palissage oblique : 11,8 p. 100.

D'autre part, nous avons vu que dans le cas du palissage en arcure, la fluctuation de la longueur des rameaux se présente sous forme d'une sinusoïde.

Ces différences de comportement des rameaux ligneux sont également connues sur d'autres espèces arbustives cultivées et cette propriété est évidemment exploitée de façon technique. KOBEL (40) signale que,

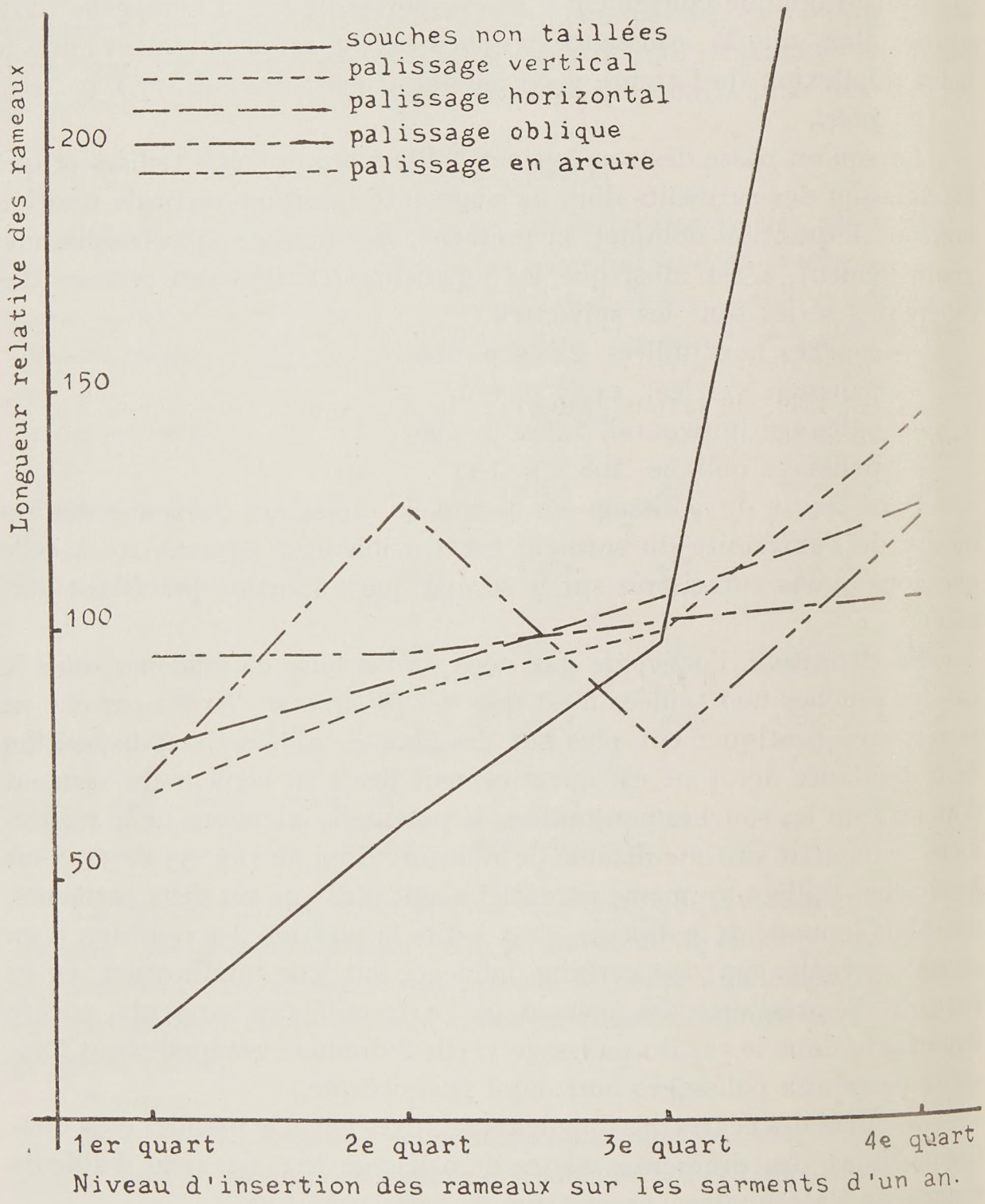


FIG. 64. — Croissance relative des rameaux en fonction du mode de conduite des souches.

si ces changements de position exercent en grande partie une action purement mécanique sur le mode d'alimentation des différents bourgeons de ces rameaux, il paraît plus que probable que des phénomènes de nature auxinique jouent un rôle en la matière.

III. — Les corrélations d'inhibition sur les sarments d'un an.

A. — Mise en évidence de l'inhibition.

Lorsqu'on examine, dans le courant de l'été, les branches à fruits laissées à la taille précédente, on se rend compte qu'un pourcentage relativement important de bourgeons latents est resté en repos. Au cours des contrôles de fertilité dont nous avons rendu compte dans la première partie de ce mémoire, ces bourgeons ont été dénombrés et une partie des chiffres ainsi recueillis est consignée dans les tableaux LXXIII et LXXIV. Il s'agit des observations effectuées en 1954 et en 1955, celles des autres années ne différant pratiquement pas de ces dernières.

La fluctuation du pourcentage de ces bourgeons restés en repos en fonction de leur rang d'insertion sur leurs rameaux-mères est assez homogène chez tous les cépages.

C'est l'œil de la base qui reste le plus souvent en repos, dans des proportions de 30 à 60 p. 100 des cas. Le bourgeon de rang 2 se développe déjà beaucoup plus régulièrement et le pourcentage d'yeux en repos reste grossièrement du même ordre de grandeur entre le 3e-4e et le 10e-11e bourgeon. Par la suite, la proportion des bourgeons non débourrés semble de nouveau augmenter. En moyenne, on a observé entre 10 à 20 p. 100 de bourgeons ainsi demeurés en repos.

Des coupes effectuées dans ces bourgeons montrent qu'une partie de ces derniers, principalement ceux de l'extrémité des longs bois, sont morts. Les causes de cette mortalité sont certainement multiples, mais la plus importante nous paraît être l'action du froid de l'hiver. Ceci explique en particulier que les bourgeons de l'extrémité des sarments, zone qui est en général moins bien aoûtée que le reste du rameau, sont plus souvent détruits que les autres.

Mais la plupart de ces bourgeons en repos sont parfaitement verts, donc en vie. Ces derniers peuvent encore être subdivisés en deux catégories : en effet, certains d'entre eux restent tels qu'ils étaient au cours de l'hiver, tandis que d'autres ont plus ou moins gonflé ce qui indique un début d'activité. Alors que ces derniers se dessèchent et tombent vers la fin de l'été, les premiers restent verts.

Ces observations nous montrent que le non développement de ces bourgeons est sans doute dû à une inhibition qu'il importe, maintenant, d'analyser de plus près.

B. — Analyse de l'inhibition.

A partir de 1956, nous avons essayé de définir les modalités de cette inhibition.

Sur une dizaine de plants en pots qui présentaient des bourgeons en

Tableau LXXIII

Pourcentage d'yeux restés latents sur les branches à fruits en 1954.

Cépages	Rang des yeux														Moyennes
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Chasselas	62,8	18,8	6,2	3,7	6,2	7,5	5,1	5,2	2,5	5,5	7,6	5,9	13,8	16,7	11,8
Sylvaner	50,0	13,9	6,4	5,1	7,6	6,4	5,1	10,1	11,7	6,6	6,9	7,2	8,1	14,3	11,8
G-Traminer	23,5	26,0	11,1	6,2	7,4	2,5	1,2	9,9	4,9	8,8	4,7	11,7	11,3	7,2	9,6
Riesling	56,0	31,7	15,2	17,7	6,3	10,1	6,4	7,6	16,6	6,9	8,0	27,2	6,9	15,0	16,9
Auxerrois	58,0	32,0	19,8	9,9	8,6	9,9	6,2	8,6	6,2	3,9	5,9	3,9	14,3	19,0	15,0
Pinot blanc	39,0	21,5	9,9	8,9	7,6	3,8	6,4	5,1	7,7	2,7	2,0	6,8	2,0	5,2	10,4
Pinot gris	66,2	32,0	16,1	10,0	6,2	3,7	6,2	3,8	9,4	8,6	7,4	10,3	9,8	10,7	14,9

Tableau LXXIV

Pourcentage d'yeux restés latents sur les branches à fruits en 1955.

Cépages	Rang des yeux														Moyennes
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Chasselas	70,0	43,1	18,9	11,6	12,6	14,8	9,5	8,6	7,0	4,4	8,9	11,9	13,1	25,0	19,7
Sylvaner	30,4	16,9	9,0	9,0	3,4	3,4	3,4	10,3	14,1	13,6	17,9	15,6	17,5	21,8	12,7
G-Traminer	51,0	26,8	9,6	11,8	9,6	9,6	8,6	5,4	15,1	14,2	14,6	14,9	16,6	21,1	15,9
Riesling	38,1	18,0	19,2	18,0	14,6	19,2	13,2	10,4	12,2	12,9	11,6	11,2	12,5	22,2	17,2
Auxerrois	38,6	15,0	9,6	6,4	3,2	4,2	8,6	8,6	11,5	11,4	15,6	9,4	14,3	14,8	12,2
Pinot blanc	30,2	23,0	14,6	11,5	14,6	17,7	15,6	16,5	15,4	14,0	13,4	17,2	20,0	21,2	17,3
Pinot gris	49,5	29,5	26,2	11,1	14,2	13,1	14,3	9,2	12,8	14,9	17,9	18,2	21,1	33,3	19,7

repos, nous avons tout d'abord éliminé par pincement toutes les pousses situées *au-dessus* d'un tel bourgeon. Après une semaine environ, nous avons pu observer un débourrement dans trois cas sur dix, les trois plants en question étant au surplus les plus vigoureux de la série.

Sur les 7 plants restants, nous avons alors éliminé les pousses situées *au-dessous* de ces bourgeons en repos et cette opération a provoqué des départs sur l'ensemble des cas.

Cette même expérience a été répétée aussi bien en serre qu'en plein champ en 1957. Effectuée durant la période de croissance active (en juin-juillet en plein champ) les résultats ont été identiques dans tous les cas. Vers la fin de la période de croissance (fin juillet-août en plein champ) le débourrement de ces bourgeons en repos n'a, par contre, presque jamais pu être observé.

Ces résultats prouvent :

1° Que les bourgeons en repos étaient véritablement *inhibés*.

2° Que *cette inhibition n'est pas polarisée* puisqu'elle peut aussi bien être le fait de pousses situées au-dessus qu'au-dessous des bourgeons en question.

L'observation systématique d'un grand nombre de plants en pots a révélé qu'un bourgeon latent a d'autant plus de chance d'être inhibé que la plante-mère est plus faible (sur des souches très vigoureuses ou taillées court les cas d'inhibition sont très rares) et que sa sortie de dormance est plus tardive.

La figure 65 illustre cette affirmation : sur ce plant, le bourgeon latent 2 a débourré le 2 février 1957. Les bourgeons 1 et 3 ne sont sortis de leur dormance que 15 jours après, alors que la pousse de l'œil 2 était déjà en pleine croissance et qu'elle avait déjà atteint une dizaine de centimètres. Après avoir amorcé un début d'élongation, les pousses 1 et 3 se sont arrêtées de croître puis se sont desséchées. Par suite de son débourrement très précoce, la pousse issue du bourgeon 2 a donc inhibé non seulement la totalité des bourgeons sous-jacents mais aussi le bourgeon qui lui était immédiatement supérieur.

Le cas du plant de la figure 66 est comparable au précédent : tous les bourgeons dont la sortie de la dormance était nettement en retard par rapport à celle des trois yeux ayant déjà développé des pousses de quelque importance, sont restés en repos ou se sont desséchés.

En définitive, il nous semble que ce type d'inhibition par corrélation soit dû à des *détournements trophiques* et qu'il s'agit d'une *inhibition par « carence »* provoquée par l'utilisation totale des possibilités nutritives de la plante par le ou les bourgeons sortis de leur dormance nettement avant les autres.

C. — Relation entre cette inhibition et la structure du bourgeon.

Après avoir constaté la réalité de cette inhibition et après en avoir défini le type, nous avons également essayé d'en chercher l'origine, ou au moins une des origines.

J. Zimmermann (74) ainsi que J. Branas (12) signalent que le nombre de mérithalles préformés dans les bourgeons latents à la veille de

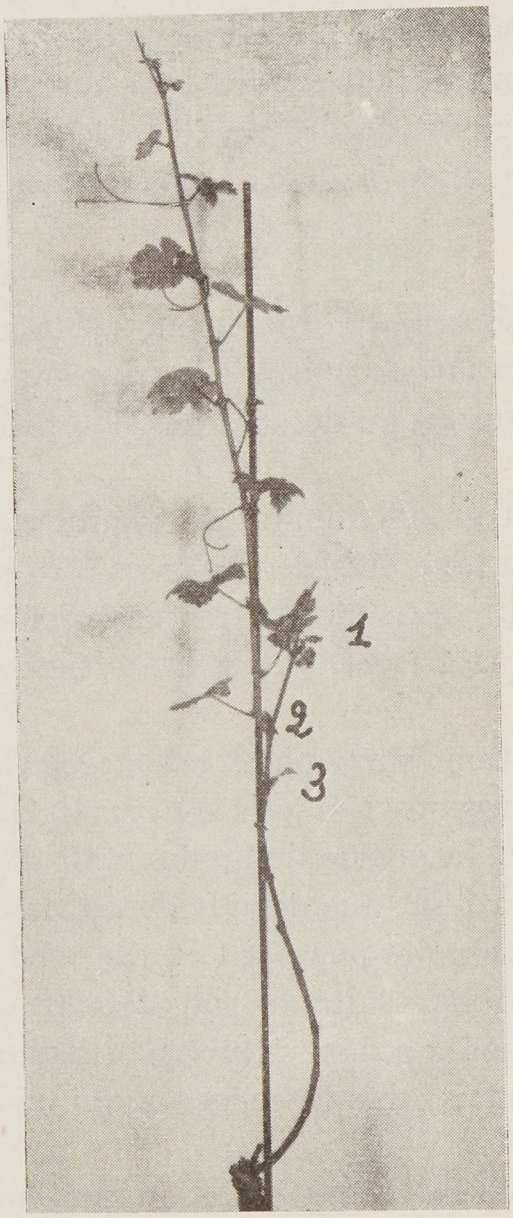


Fig. 65

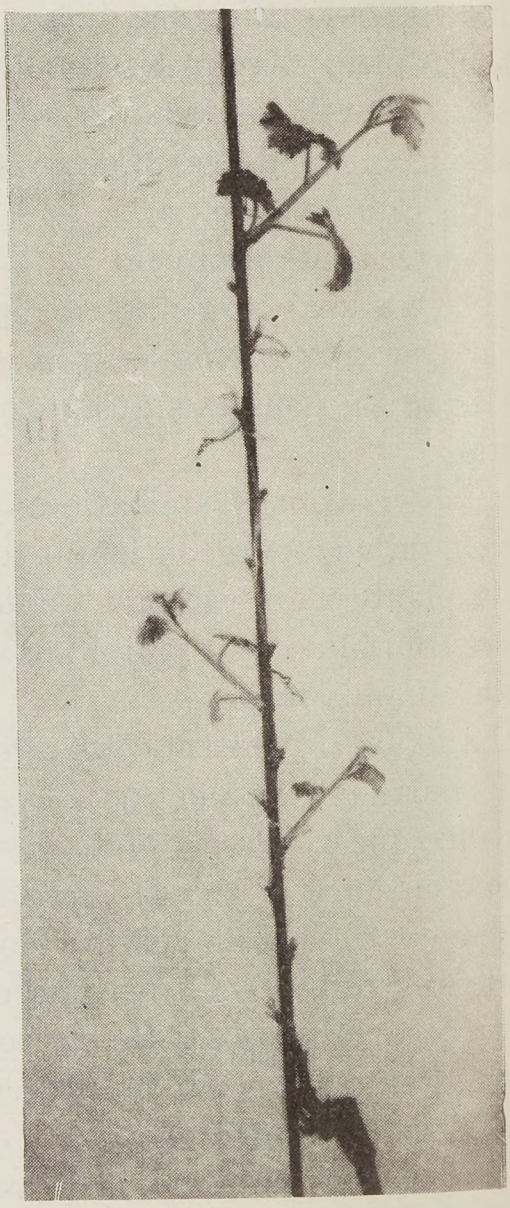


Fig. 66

Inhibition par corrélation sur sarments d'un an.

la sortie de la dormance fluctue entre 6 et 12. Comme le montre la coupe de la figure 67 exécutée dans un bourgeon légèrement gonflé, il est assez facile d'effectuer ce dénombrement, de sorte que nous avons tout d'abord voulu connaître la fluctuation de ce caractère.

Au cours d'une première série de contrôles (1955), nous avons déterminé sur 100 sarments de *Pinot gris* le nombre de mérithalles préformés dans les bourgeons des rangs 2, 10 et 15. Les courbes de la figure 68, sur

lesquelles nous avons porté les résultats de ces observations permettent de faire le commentaire suivant :

1. — La moyenne la plus faible a été constatée sur les bourgeons de rang 2 avec 5,99 mérithalles préformés par bourgeon. Les bourgeons de rang 10 ont la moyenne la plus élevée (8,75), les bourgeons de rang

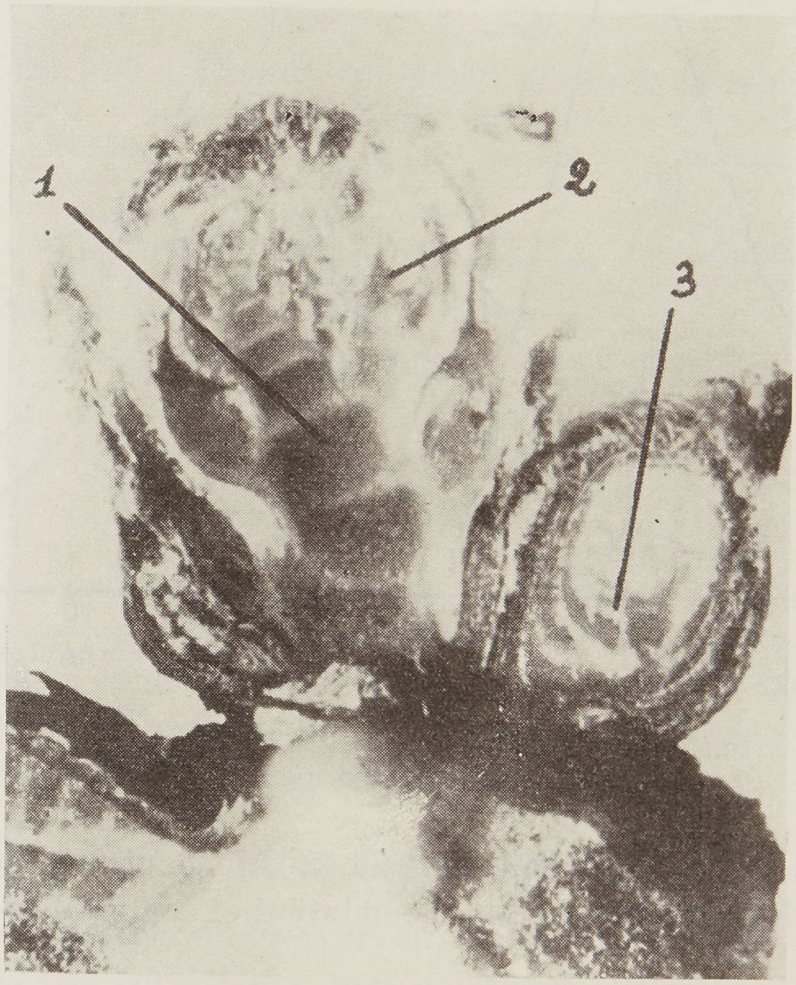


FIG. 67. — Structure d'un bourgeon latent à la veille du débourrement.
1 : bourgeon latent. — 2 : inflorescence primordiale. — 3 : bourgeon secondaire.

15 ont en moyenne 8,23 segments, donc légèrement moins que les précédents.

2. — La fluctuation du caractère « nombre de mérithalles préformés » considérée sur les bourgeons de même situation est considérable. C'est ainsi que nous avons enregistré les chiffres minima et maxima suivants :

Rang 2 : minimum 4, maximum 9 mérithalles.
Rang 10 : minimum 6, maximum 12 mérithalles.
Rang 15 : minimum 5, maximum 11 mérithalles.

Signalons, d'autre part, que les trois courbes de fluctuation de la figure 65 se laissent ajuster à des courbes de GAUSS.

En 1957, nous avons déterminé ce même caractère sur la totalité des bourgeons de 20 sarments de *Riesling* et de 20 sarments d'*Auxerrois*.

Les deux diagrammes de la figure 69 rendent compte de ces observations qui ne contredisent pas celles de 1955.

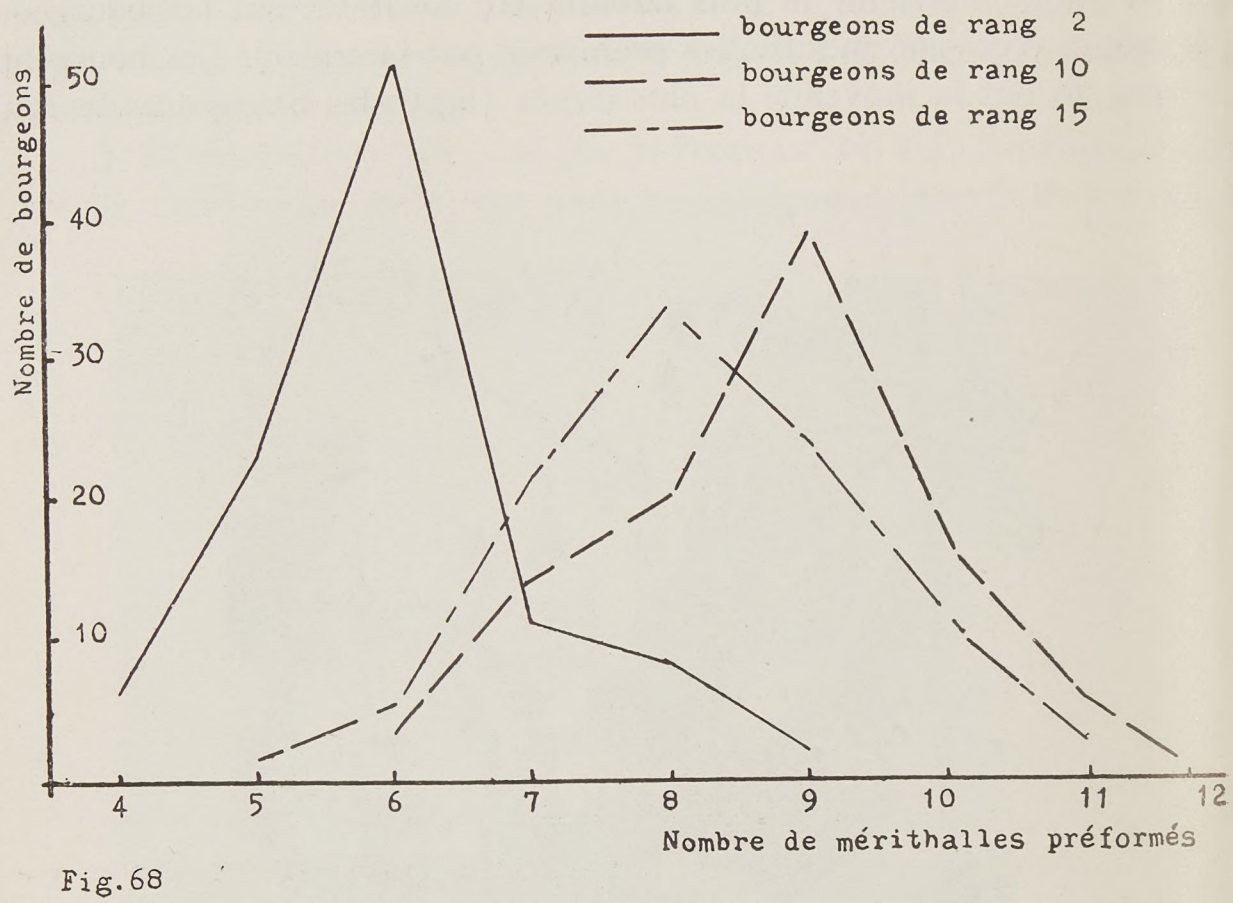


FIG. 68. — Distribution du nombre de mérithalles préformés dans des bourgeons latents de rangs 2, 10 et 15.

Ces données nous ont suggéré qu'il existait peut-être un lien entre le degré de développement d'un bourgeon latent et son inhibition éventuelle.

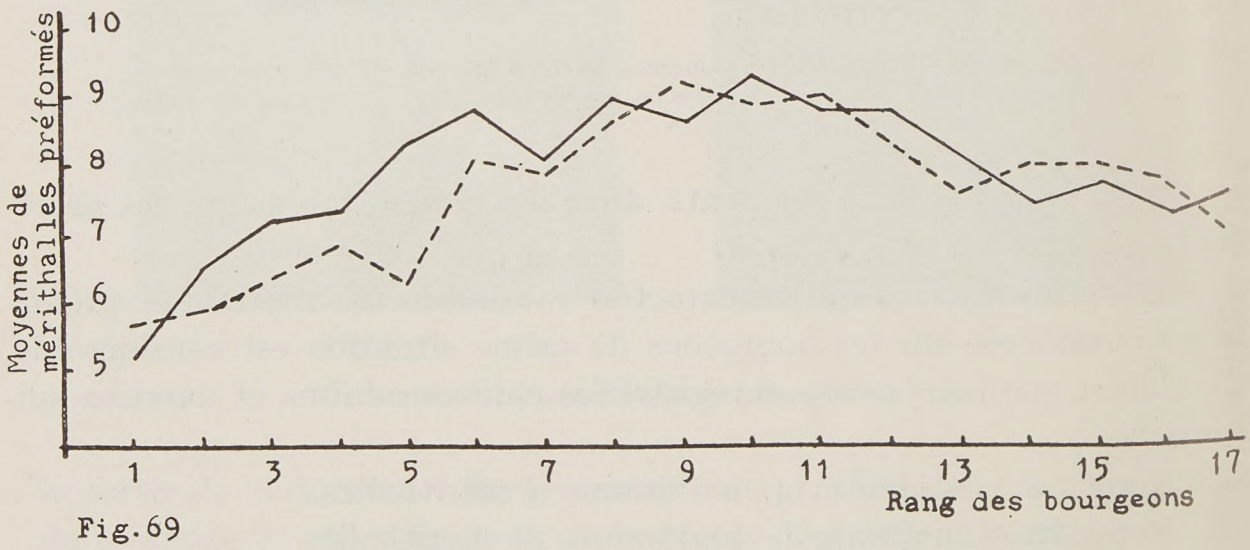


FIG. 69. — Nombre de mérithalles préformés des bourgeons latents en fonction du rang des bourgeons. (Riesling : ———, Auxerrois : -----).

Nous constatons en effet que les bourgeons de rang 1 et de rang 2, qui restent le plus souvent en repos, possèdent une structure nettement plus primitive que les bourgeons supérieurs.

En ce qui concerne les bourgeons demeurés en repos, mais de rangs plus élevés, nous avons contrôlé au cours de l'été 1957 un certain nombre d'entre eux. Les résultats du tableau LXXV montrent que les bourgeons non débourrés possèdent dans la grande majorité des cas un nombre de mérithalles préformés inférieur à la moyenne contrôlée précédemment (fig. 69).

TABLEAU LXXV

Structure des bourgeons latents demeurés en repos.

Riesling			Auxerrois		
Rang d'insertion	Nombre de mérithalles préformés	Nombre de mérithalles moyen	Rang d'insertion	Nombre de mérithalles préformés	Nombre de mérithalles moyen
5	8	8,3	3	7	6,4
6	7	8,8	4	5	6,9
7	6	8,1	4	6	6,9
7	8	8,1	5	6	6,3
8	8	9,0	6	6	8,2
9	7	8,7	6	7	8,2
9	9	8,7	8	8	8,7
10	7	9,4	9	8	9,3
12	6	8,9	10	7	9,0
13	7	8,1	11	8	9,1

Nous pensons donc que notre hypothèse de travail se trouve vérifiée : *un bourgeon latent de rang donné a d'autant plus de chance de subir une inhibition par « carence » que sa structure est elle-même plus primitive.*

D. — Conclusion.

Il est donc possible d'observer, sur les rameaux ligneux de la vigne, des inhibitions par corrélation, non polarisées, qui sont vraisemblablement le fait de détournements trophiques.

Après avoir montré que ces inhibitions sont liées à l'époque relative de sortie de la dormance d'un bourgeon considéré, nous sommes en mesure de dire que ce retard de débourrement est lui-même en relation avec le degré de développement des bourgeons et que nous nous trouvons donc en présence d'une propriété qu'on peut considérer pour le moins comme partiellement « fixée ».

Inversement, il est d'ailleurs fort possible qu'une croissance anormalement forte d'un bourgeon de la base (des exemples de ce genre sont visibles sur les figures 51 à 61) soit due à un degré de développement nettement supérieur à la moyenne.

En terminant, nous tenons à signaler que nous avons uniquement tenté d'expliquer, dans ce chapitre, pourquoi un bourgeon de même rang pouvait *être ou ne pas être* inhibé. Le facteur anatomique que nous avons mis en évidence (et qui n'est probablement pas le seul en cause) ne saurait donc être le facteur *prépondérant* de la ramification de la vigne.

IV. — RELATIONS ENTRE LA SORTIE DE LA DORMANCE LE FROID HIVERNAL ET LA RAMIFICATION

A. — L'ordre de débourrement des bourgeons sur les sarments d'un an et le froid hivernal.

1. — Observations de plein champ.

Comme le signalent J. Branas, G. Bernon et L. Levadoux (11), l'œil supérieur des branches à fruits courtes (de la vigne) entre le premier en végétation et il en est de même dans le cas de branches à fruits longues.

En 1955 et en 1956, nous avons noté, sur une quinzaine de souches de différentes variétés, les dates de débourrement des bourgeons latents des sarments d'un an. A l'aide des chiffres ainsi obtenus nous avons calculé les coefficients de corrélation unissant l'époque de débourrement de ces bourgeons à leur rang d'insertion sur leur rameau-mère.

Tableau LXXVI

Relations entre la date de débourrement et le rang d'insertion des bourgeons.

Colmar 1955.

Rang des bourgeons	Dates de débourrement			
	Sarment 2	Sarment 7	Sarment 4	Sarment 12
1	—	4.5	29.4	—
2	—	2.5	25.4	25.4
3	28.4	29.4	25.4	18.4
4	27.4	—	19.4	20.4
5	22.4	26.4	23.4	21.4
6	27.4	22.4	25.4	22.4
7	25.4	28.4	26.4	22.4
8	25.4	26.4	24.4	25.4
9	24.4	27.4	26.4	25.4
10	22.4	27.4	18.4	23.4
11	27.4	—	23.4	24.4
12	22.4	26.4	18.4	24.4
13	22.4	26.4	25.4	25.4
14		22.4	20.4	22.4
15			26.4	20.4
16				23.4
Cœfficients de corrélation	— 0,58	— 0,76	— 0,33	+ 0,25
Signification	NS	S	NS	NS

Dans le tableau LXXVI, nous avons réuni les résultats des 4 sarments représentant les cas extrêmes observés. Les coefficients de corrélation qui correspondent à ces exemples varient de — 0,76 à + 0,25, mais seul celui du sarment 7 est significatif. Dans l'ensemble on pourra se rendre compte que, si les deux bourgeons de la base restent souvent com-

plètement latents ou ne débourrent qu'après les autres, il n'est pas toujours possible de distinguer une sortie de dormance progressive à partir des bourgeons de l'extrémité vers ceux de la base.

Le tableau LXXVII comprend les résultats extrêmes enregistrés au printemps 1956. De façon générale les coefficients de corrélation sont nettement plus faibles que ceux de l'année précédente et varient de — 0,42 à + 0,09. De plus, aucun d'eux n'est significatif. Rappelons, d'autre part, que par suite de la vague de froid de février 1956, la rigueur de l'hiver 1955-1956 a considérablement dépassé celle de l'hiver 1954-1955.

Tableau LXXVII

Relations entre la date de débourrement et le rang d'insertion des bourgeons

Colmar 1956.

Rang des bourgeons	Dates de débourrement			
	Sarment 1	Sarment 9	Sarment 5	Sarment 11
1	7·5	10.5	4·5	—
2	4·5	9·5	7·5	7·5
3	6.5	8.5	9·5	4·5
4	8.5	8.5	3·5	—
5	5·5	5·5	5·5	1.5
6	7·5	—	5·5	12.5
7	5·5	5·5	10.5	9·5
8	8.5	7·5	3·5	7·5
9	2.5	11.5	7·5	11.5
10	3·5	5·5		2.5
11		7·5		2.5
12		3·5		3·5
13		11.5		9·5
14				10.5
Cœfficients de corrélation	— 0,42	— 0,18	+ 0,07	+ 0,09
Signification	NS	NS	NS	NS

Pour compléter ces données, nous signalerons que deux de mes collègues de l'Institut National de la Recherche Agronomique, M. Caudwell de Bordeaux et M. Vergnes de Montpellier, ont eu l'amabilité de contrôler, sur des variétés alsaciennes se trouvant en collection, les dates de débourrement des bourgeons au printemps 1957. A Bordeaux, les coefficients de corrélation calculés à partir de ces renseignements oscillent entre — 0,84 et — 0,93, à Montpellier entre — 0,71 et — 0,89 et ils sont tous, sans exception, hautement significatifs.

Ces quelques observations n'ont évidemment pas la valeur d'une expérimentation. Elles nous suggèrent cependant que *l'ordre de débourrement des différents bourgeons d'un sarment est susceptible d'être influencé par des conditions thermiques hivernales plus ou moins rigoureuses.*

2. — Expérience en serre.

Les relations entre l'ordre de débourrement des bourgeons sur les sarments d'un an et l'intensité de froid subi préalablement par les plantes, ont fait l'objet de deux séries d'expériences en serre réalisées en 1955-1956 et 1956-1957.

Ces deux essais ont déjà été mentionnés dans un chapitre précédent, lorsque nous avons analysé les relations globales entre la sortie de la dormance et le froid hivernal (cf. p. 218), de sorte que nous ne décrirons pas une seconde fois le dispositif expérimental utilisé.

Tableau LXXVIII

Relations entre l'ordre de débourrement des bourgeons et le froid hivernal. Expérience 1955-1956.

Sommes des minima sous + 7°C subis par les plantes	Coefficients de corrélation entre la date de débourrement et le rang des bourgeons					Coefficients moyens	Signification (P = 0,05)
	1	2	3	4	5		
— 8,4	— 0,77	— 0,67	— 0,94	— 0,97	— 0,47	— 0,83	S
— 124,2	— 0,76	— 0,86	— 0,93	— 0,77		— 0,82	S
— 332,3	— 0,80	— 0,53	— 0,76	— 0,32	— 0,66	— 0,68	S
— 519,3	— 0,34	— 0,59	— 0,07	— 0,70	— 0,22	— 0,32	NS
— 980,6	— 0,24	— 0,32	+ 0,30	— 0,13		— 0,05	NS

Tableau LXXIX

Relations entre l'ordre de débourrement des bourgeons et le froid hivernal. Expérience 1956-1957.

Sommes des minima sous + 7°C subis par les plantes	Coefficients de corrélation entre la date de débourrement et le rang des bourgeons			Coefficients moyens	Signification (P = 0,05)
	1	2	3		
— 0,6	— 0,90	— 0,65	— 0,79	— 0,80	S
— 86,6	— 0,75	— 0,86	— 0,88	— 0,81	S
— 284,6	— 0,61	— 0,36	— 0,69	— 0,49	S
— 457,0	— 0,59	— 0,48	— 0,28	— 0,43	NS
— 782,7	— 0,13	— 0,20	— 0,07	— 0,13	NS
— 905,9	— 0,25	— 0,26	— 0,16	— 0,23	NS

Sur les plants en question nous avons, comme précédemment, noté les dates de débourrement des bourgeons et calculé les coefficients de corrélation entre ces dates et le rang des bourgeons. Dans les tableaux LXXVIII et LXXIX nous avons mis ces coefficients en parallèle avec les sommes des minima sous + 7°C subies par les plantes avant leur entrée en serre. Les constatations que nous pouvons faire à ce sujet confirment les observations effectuées en plein champ :

a) Sur les sarments qui n'ont pas subi de froid ou qui en ont subi

relativement peu, il existe une très forte corrélation entre l'ordre de débourrement des bourgeons et leur emplacement sur le rameau-mère : les yeux de l'extrémité partent les premiers, ceux de la base les derniers.

b) Au fur et à mesure que l'intensité de froid augmente, cette liaison devient plus lâche. Dans les deux séries d'essais les coefficients de corrélation moyens deviennent « non significatifs » lorsque la somme des minima est voisine de — 400.

Ces résultats prouvent qu'à l'entrée de l'hiver les différents bourgeons latents d'un sarment de vigne sont inégalement dormants : *la dormance des bourgeons est la plus profonde ou la plus forte dans les yeux de la base et diminue graduellement lorsqu'on passe aux bourgeons de l'extrémité.*

Ces faits doivent être rapprochés de ceux que nous avons mis en évidence au cours de l'analyse de l'entrée en dormance des bourgeons latents, entrée en dormance qui s'établit progressivement de la base vers l'extrémité des rameaux. Il existe donc une *liaison positive entre la durée de l'état de dormance et son intensité.* Pour le moment il nous est cependant impossible de savoir s'il s'agit là d'une relation de cause à effet.

B. — Relations entre l'ordre des débourrements des bourgeons et la ramification.

Ces relations découlent logiquement de notre analyse des inhibitions par corrélation sur les sarments d'un an, effectuée précédemment (cf. p. 247) et au cours de laquelle nous avons vu qu'un bourgeon avait d'autant plus de chance d'être inhibé que son débourrement risquait d'être plus tardif.

Reprenons à titre d'exemple notre expérience en serre réalisée en 1955-1956 :

Sur le graphique de la figure 70 nous avons fait figurer, pour les 4 quarts successifs des sarments, les pourcentages de bourgeons développés en fonction des sommes de minima inférieurs à + 7°C subies par les plants en essai.

— Les bourgeons de l'extrémité (4e quart) ont toujours débourré dans environ 90 p. 100 des cas.

— Ceux du 3e quart ont démarré dans la proportion de 50 p. 100 en l'absence de froid ; par la suite cette proportion s'est élevée jusqu'à 70 p. 100.

— Le pourcentage des bourgeons développés du second quart, d'abord faible (environ 20 p. 100), augmente rapidement au fur et à mesure que l'action du froid a été plus intense et se stabilise vers 70 p. 100.

— Dans le cas du 1er quart (base des sarments) la proportion de bourgeons inhibés reste très grande jusque vers — 500, mais sur les plants

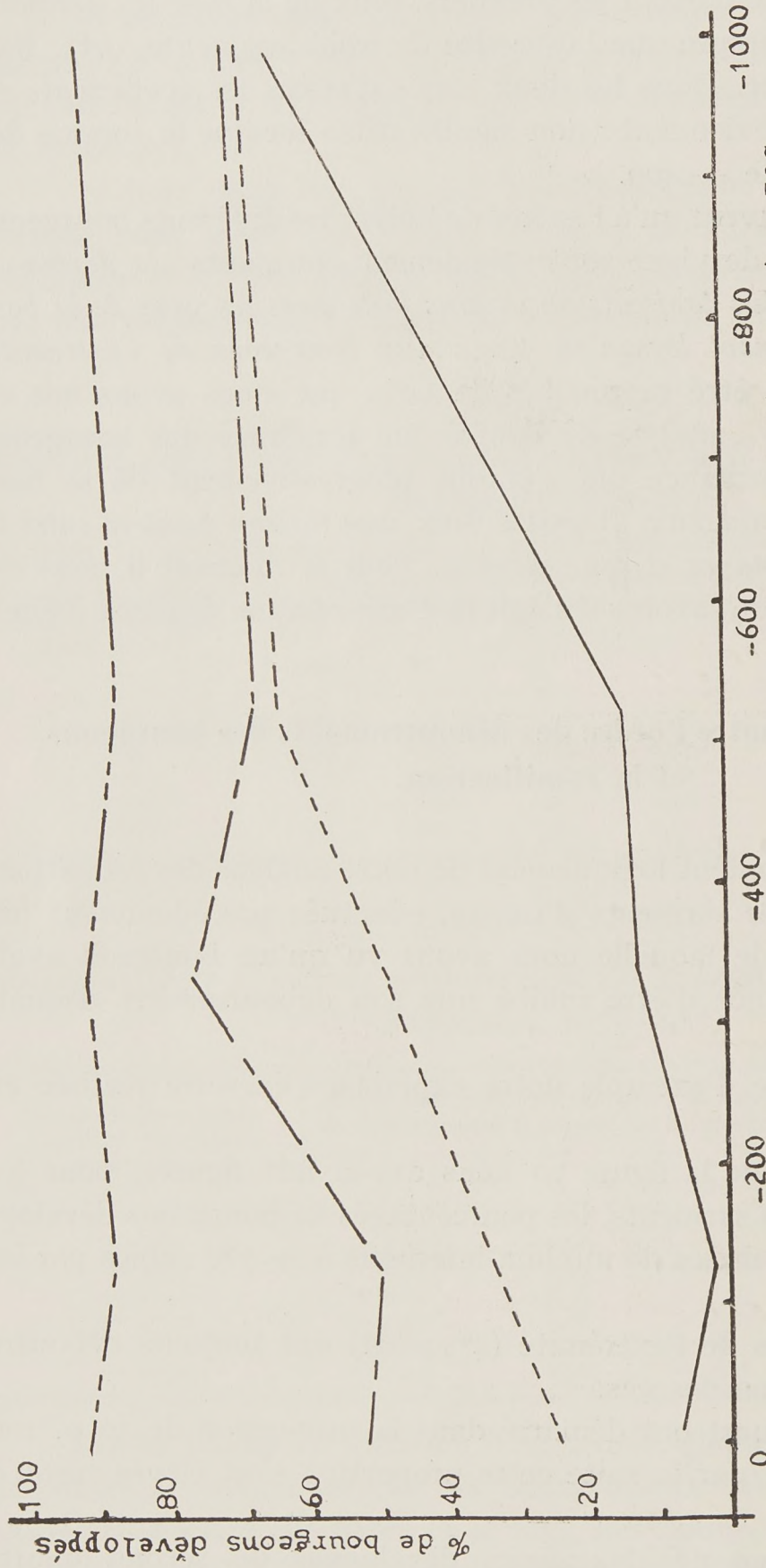


FIG. 7°. — Développement des bourgeons latents en fonction de leur insertion sur le rameau-mère et de la somme des minima inférieurs à + 7°C subis avant l'entrée en serre (Essai 1955-1956).

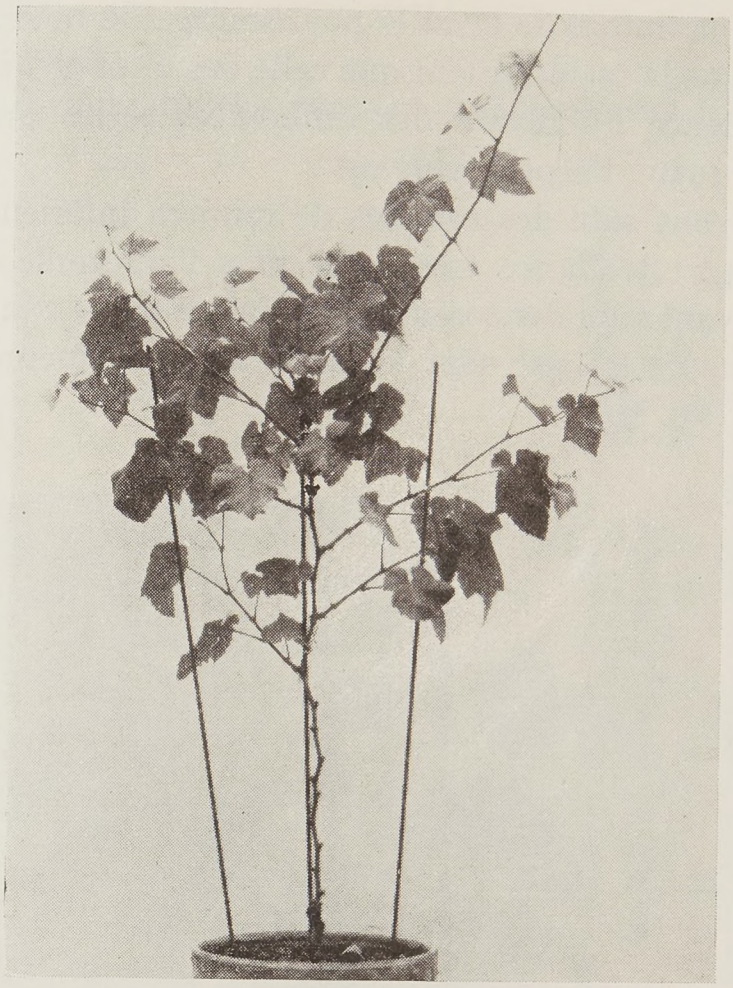


FIG. 71. — Plant ayant subi très peu de froid.

FIG. 72. — Plant ayant subi une somme de minima de — 519.

qui ont subi le maximum de froid le pourcentage de bourgeons développés atteint presque la même valeur que celle des 2e et 3e quarts.

En conséquence les plants des différentes séries présentaient, au cours de l'été 1956, l'aspect suivant :

— Séries ayant subi des sommes de minima inférieurs à + 7°C de — 8,4 et — 124,2 : tendance très nette vers l'acrotonie (fig. 71).

— Séries ayant subi des sommes de minima de — 232,3 et — 519,3 : les 3-4 bourgeons de la base sont les seuls à être demeurés au repos de façon générale (fig. 72).

FIG. 73. — Plant ayant subi une somme de minima de — 980.

— Série ayant subi des froids très considérables (février 1956) : les bourgeons inhibés sont répartis au hasard sur le rameau-mère (fig. 73).

Le graphique de la figure 74 indique le comportement de la série d'essais effectués en 1956-1957. On pourra aisément se rendre compte que, malgré les divergences de détail, les tendances que nous avons décelées l'année précédente restent identiques. Il importe tout au plus de faire ressortir que, dans le cas des bourgeons du 1er quart (base des sarments), le pourcentage de départs finalement obtenu est plus faible (42 p. 100) que l'année avant (65 p. 100). Cette différence assez considérable peut cependant s'expliquer par le fait que la somme des minima de

l'hiver 1956-1957 a été elle-même nettement plus réduite, qu'au cours de l'hiver 1955-1956.

Ces constatations, qui ne peuvent d'ailleurs être faites que sur des

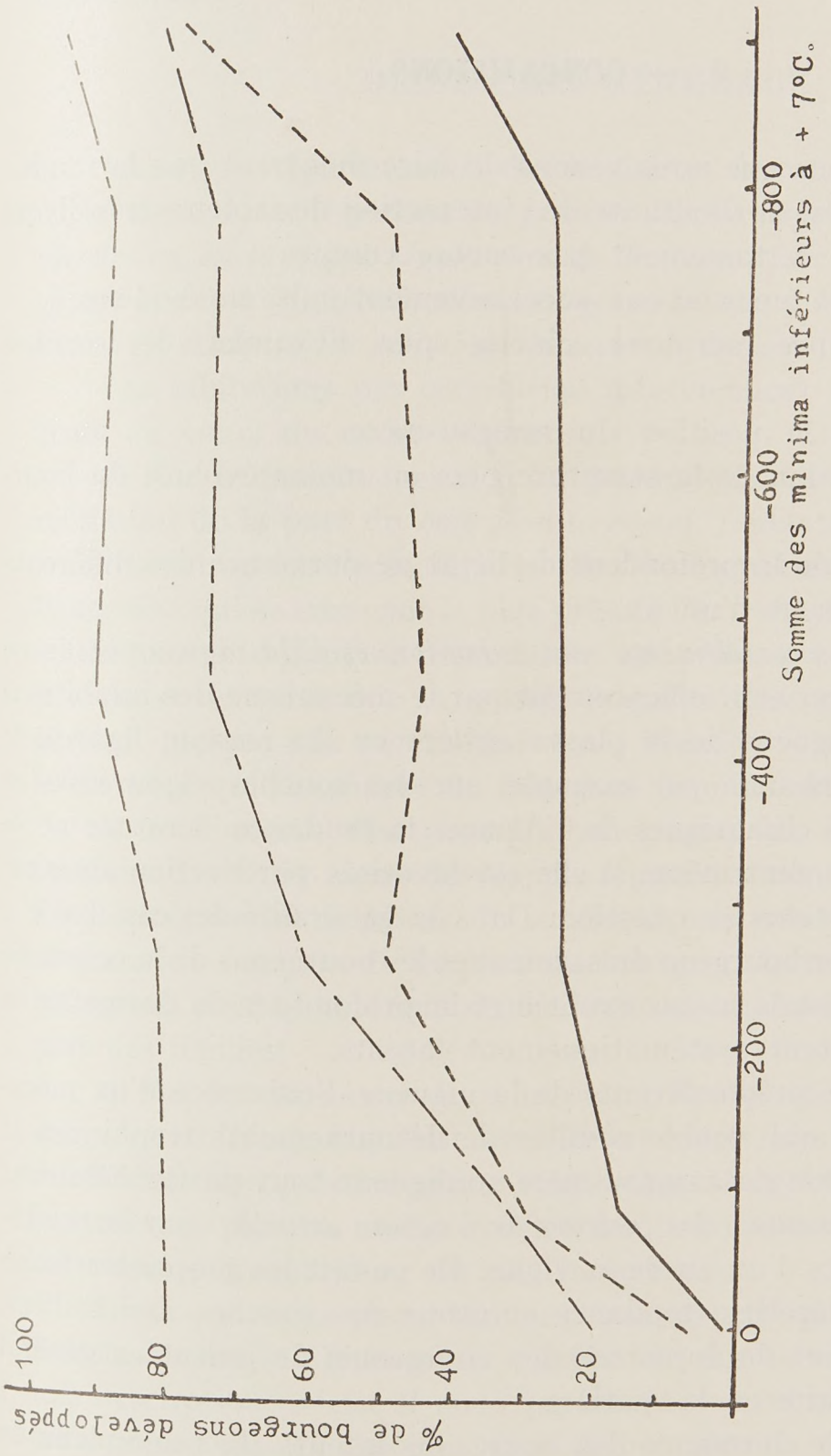


FIG. 74. — Développement des bourgeons latents en fonction de leur insertion sur le rameau-mère et de la somme des minima inférieurs à + 7°C subis avant l'entrée en serre (Essai 1956-1957).

plantes peu vigoureuses (nous avons déjà vu que la vigueur s'oppose à ces inhibitions) montrent que les différences de profondeur de dormance des bourgeons de la vigne constituent un facteur souvent déterminant dans la ramification des sarments d'un an.

La tendance acrotone que nous avons observée sur souches non taillées a donc d'autant plus de chance de pouvoir s'extérioriser que des plantes taillées long ou à l'état sauvage se développent dans des régions où les saisons froides sont moins rigoureuses.

V. — CONCLUSIONS

Les observations que nous venons de faire montrent que la ramification de la vigne est la résultante de l'interaction de facteurs très divers dont tous ne sont certainement pas encore connus.

C'est ainsi que nous avons successivement mis en évidence :

— une tendance acrotone révélée par l'examen de souches non taillées ;

— le rôle de la position du rameau-mère ;

— la signification de la structure plus ou moins évoluée du bourgeon ;

— l'influence de la profondeur de l'état de dormance des différents bourgeons du sarment d'un an.

Cependant *tous ces éléments sont subordonnés à la vigueur* et ils ne sont capables d'intervenir efficacement par le mécanisme des inhibitions que si l'état de vigueur de la plante entière ou du rameau ligneux le permet. En plein champ, par exemple, sur des souches vigoureuses et dans les conditions climatiques de l'Alsace, la tendance acrotone ne se retrouve que faiblement même si elle est favorisée par l'action simultanée des quatre facteurs en question. Dans la généralité des cas il n'y a guère que le premier bourgeon du sarment et les bourgeons de la couronne dont la structure est la moins évoluée et la profondeur de dormance la plus forte qui restent systématiquement latents.

Cette influence prépondérante de la vigueur, l'existence d'un mécanisme d'inhibition qui semble résulter de détournements trophiques et le rôle de la position du rameau-mère soulignent tout particulièrement *l'importance fondamentale des facteurs de « nature actuelle »* sur la ramification des sarments d'un an de la vigne. De ce fait les propriétés fixées que nous avons décelées (tendance acrotone des souches non taillées, structure et gradient de dormance des bourgeons) ne jouent en général qu'un rôle secondaire en la matière.

Le gradient de dormance des bourgeons latents (la profondeur de dormance diminuant à partir des yeux de la base vers ceux de l'extrémité) doit cependant prendre une importance de plus en plus grande au fur et à mesure que la latitude diminue, c'est-à-dire que les hivers deviennent plus cléments. Si en Alsace la somme de froid suffit habituellement à éliminer à peu près totalement la dormance de tous les bourgeons,

cela ne semble plus être toujours le cas dans le Midi de la France. Théoriquement la ramification de la vigne (surtout lorsqu'il s'agira de plantes peu vigoureuses ou non taillées) devrait donc tendre vers une acrotonie de plus en plus parfaite au fur et à mesure qu'on se rapproche des régions équatoriales.

DISCUSSION GÉNÉRALE

L'analyse expérimentale des modalités de croissance des bourgeons de la vigne nous a permis de *préciser le rôle capital des inhibitions par corrélation en tant que régulateurs de croissance, de suivre le passage progressif de l'état d'inhibition des bourgeons latents à l'état de dormance et de mettre en évidence les différents facteurs de la ramification de cette plante.*

Les inhibitions par corrélation interviennent à trois niveaux différents au cours du cycle végétatif :

a) Sur le rameau herbacé les *prompts-bourgeons* sont l'objet d'une inhibition de la part du *bourgeon terminal*. L'ablation de cet organe stimule dans tous les cas le départ et le développement du ou des prompts-bourgeons qui se trouvent le plus près de l'extrémité épargnée. Mais cette inhibition, en définitive assez lâche, est puissamment contre-carrée par la *vigueur* de sorte que la grande majorité des prompts-bourgeons des plantes quelque peu vigoureuses est « libérée » à partir du moment où la distance qui les sépare du bourgeon terminal atteint 20 à 40 cm.

b) A l'inverse des prompts-bourgeons, les *bourgeons latents* des rameaux herbacés ne se développent pratiquement jamais *quel que soit l'état de vigueur de la plante*. Ils subissent une *inhibition absolue polarisée en direction basipète* de la part du bourgeon terminal et des prompts-bourgeons ainsi qu'une inhibition, beaucoup moins forte cependant, de la part des feuilles.

c) Sur les sarments d'un an *la corrélation entre prompts-bourgeons et bourgeons latents disparaît complètement pour faire place à un mécanisme d'inhibition non polarisé qui est essentiellement réglé par la vigueur* mais où la structure plus ou moins évoluée des bourgeons et leur profondeur de dormance peuvent jouer un rôle important.

Bien que nous nous sommes uniquement proposé de rechercher l'existence des inhibitions par corrélations sur la vigne et d'en effectuer une description précise il nous paraît intéressant de confronter nos observations avec les théories, déjà démontrées ou encore plus ou moins hypothétiques, de la nature intime de ces phénomènes.

Les inhibitions décrites sur les rameaux herbacés semblent devoir se rattacher en grande partie à l'interprétation hormonale de ces faits (Thimann et Skoog : 66). C'est ainsi que la corrélation entre le bourgeon terminal et les prompts-bourgeons se rapproche du mécanisme d'inhibi-

tion décrit par P. CHAMPAGNAT (16) sur *Betula verrucosa* et qui résulterait en définitive de l'équilibre entre deux facteurs antagonistes :

— l'inhibition auxinique par le bourgeon terminal,

— l'action stimulante de la vigueur.

De même l'action classique du bourgeon terminal et la polarité très stricte de l'influence des prompts-bourgeons ne contredit pas une intervention directe de l'auxine dans le cas de l'inhibition des bourgeons latents.

La nature biochimique de l'action des feuilles n'est pas encore établie avec certitude. Dans le cas du Lilas par exemple, P. CHAMPAGNAT (18) signale que certains faits plaident en faveur d'une relation avec la teneur en auxine des feuilles alors que d'autres sont favorables aux idées de R. J. GAUTHERET (33) prévoyant l'existence de substances hormonales différentes de l'auxine. Plus récemment, S. ALLARY (1) a pu montrer que les feuilles de Lilas ne fournissent qu'un précurseur qui est transformé dans les tiges en auxine diffusible.

Sur les sarments d'un an le type de corrélation non polarisée que nous avons décrit semble être dû à des *inhibitions par carence*. A priori on serait évidemment tenté d'invoquer l'interprétation trophique des inhibitions de K. GOEBEL (34). Il n'est cependant pas impossible, ainsi que le souligne P. CHOUARD (19), que des détournements trophiques soient eux-mêmes suscités par l'auxine.

Mais les bourgeons latents des rameaux herbacés dont l'inhibition a été levée par l'ablation des bourgeons terminaux et des prompts-bourgeons perdent rapidement la faculté de se développer : *4 à 6 semaines après leur apparition sur le rameau ils entrent progressivement en dormance.* Dans les conditions climatiques de l'Alsace la dormance des bourgeons latents de la base des rameaux commence dès le mois de mai. Elle se poursuit graduellement vers l'extrémité des sarments jusqu'en septembre, mais peut être rompue expérimentalement par l'action de la *monochlorhydrine du glycol.*

Au printemps l'époque de sortie de la dormance est avant tout conditionnée génétiquement et constitue une propriété spécifique variétale. Après avoir revu l'action du froid sur l'élimination de la dormance nous avons tenté de provoquer le retardement du débourrement des bourgeons à l'aide de diverses hormones et de l'hydrazide maléique. Ces essais n'ont cependant pas été couronnés de succès : les traitements hormonaux ont été totalement inefficaces, alors que l'hydrazide maléique s'est révélé beaucoup trop dangereux dans ses effets pour pouvoir être utilisé dans ce domaine.

Comparée à d'autres plantes arbustives qui ont été récemment analysées à ce sujet par P. CHAMPAGNAT (17) : Sambucus nigra L., Prunus padus L., Syringa vulgaris L., Cornus sanguinea L. etc., le mode de ramification de la vigne (en particulier V. vinifera L.) se caractérise

par *une faible influence des « propriétés fixées » et une suprématie évidente de la vigueur*, parallèlement des « *concurrences de nature actuelle* » (position du sarment, corrélations par détournements trophiques).

Parmi les « propriétés fixées » que nous avons décelées : tendance acrotone des souches non taillées, structure plus ou moins évoluée des yeux et gradient de dormance des bourgeons, cette dernière semble susceptible de jouer un rôle de plus en plus important à mesure que l'on se trouve dans un milieu où les hivers sont moins froids.

A l'entrée de l'hiver la profondeur de dormance des différents bourgeons d'un même sarment diminue graduellement de la base vers le sommet. Durant l'hiver, par suite de l'élimination de la dormance par le froid, les conditions plus ou moins rigoureuses de cette saison provoquent une *atténuation inégale de ce gradient* et, par là même, peuvent agir sur le mode de ramification (surtout dans le cas de plantes faibles ou non taillées) : au cours de nos expériences en serre, les plants n'ayant pas subi de froid ont présenté une ramification typiquement acrotone alors que ceux qui avaient été exposés à des froids considérables n'ont plus manifesté cette tendance.

RÉSUMÉ

Première Partie

La fertilité des bourgeons latents.

1. — Dans les conditions du vignoble alsacien les ébauches florales des bourgeons latents primaires de la vigne commencent à se former vers la mi-juin dans les yeux de la base des rameaux herbacés. Par la suite elles se développent progressivement dans les bourgeons supérieurs. Courant août tous les bourgeons primaires destinés à être fertiles paraissent être en possession de leurs inflorescences primordiales (p. 137).

2. — En ce qui concerne les principaux cépages cultivés en Alsace, on peut distinguer 3 groupes de fertilité (p. 139) :

a) *Riesling* (fertilité moyenne par bourgeon primaire : 1,73) et *Sylvaner* (1,69) qui sont de loin les variétés les plus fertiles,

b) *Auxerrois* (1,41), *Chasselas* (1,40) et *Gewurztraminer* (1,33),

c) *Pinot blanc* (1,23) et *Pinot gris* (1,19).

La mise à fruits des hybrides-producteurs est en général supérieure à celle des viniferas (p. 141).

3. — La fluctuation de la fertilité des bourgeons dépend principalement de la vigueur des plantes-mères. Cependant, à partir d'un certain seuil, une augmentation de la vigueur reste pratiquement sans effet sur la fertilité (p. 150).

4. — Les facteurs climatiques, chaleur et humidité, exercent tous les deux une influence sur la fertilité. Selon les milieux considérés le rôle

de l'un peut toutefois être masqué par l'influence prépondérante de l'autre (p. 154).

5. — Une influence du développement plus ou moins important de la future récolte en raisins sur la formation des grappes primordiales n'a pas pu être mise en évidence (p. 157).

6. — Certains porte-greffes exercent une influence spécifique indépendante de la vigueur sur la fertilité de leurs greffons : alors que le *5 BB.* et le *125 AA.* la diminuent, le *8 B.*, le *161.49 C.* et le *3 309 C.* semblent plutôt la favoriser (p. 159).

7. — La fluctuation de fertilité des différentes variétés analysées varie considérablement. Certains cépages comme le *Riesling* et le *Sylvaner* présentent une fertilité beaucoup plus régulière que d'autres, par exemple le *Chasselas* et le *Pinot gris* (p. 168).

8. — La fertilité des bourgeons secondaires ainsi que celle des yeux de la couronne et du vieux bois, est en général négligeable chez les viniferas, plus conséquente chez les hybrides-producteurs (p. 169 et 172).

9. — La fertilité des bourgeons latents des « gourmands » (pousses issues des yeux du vieux bois) a été dans tous les cas comparable à celle des bourgeons des sarments normaux (p. 175).

Deuxième Partie

Le développement végétatif des bourgeons.

1. — Le développement végétatif des prompts-bourgeons est réglé par une inhibition de la part du bourgeon terminal. Cette inhibition est cependant puissamment contre-carrée par la *vigueur* (p. 193).

2. — Les bourgeons latents des rameaux herbacés sont tout d'abord inhibés de *façon absolue* par le bourgeon terminal et les prompts-bourgeons et, à un degré moindre, par les feuilles adultes. Cette inhibition est polarisée en direction basipète (p. 196 et 205).

3. — Cette inhibition ne dure que quelques semaines par suite de l'établissement progressif de la dormance des bourgeons de la base vers ceux du sommet. La dormance peut être rompue expérimentalement par l'action de la monochlorhydrine du glycol (p. 207 et 213).

4. — Au printemps la corrélation entre prompts-bourgeons et bourgeons latents disparaît complètement (p. 216) et fait place à un mécanisme d'inhibition par détournements trophiques qui semble essentiellement réglé par la vigueur (p. 247).

5. — Étroitement liée aux conditions de froid de l'hiver (p. 218), l'époque de sortie de la dormance est principalement une propriété génétique des espèces et variétés (p. 226). Une prolongation de la durée de la dormance n'a pu être obtenue ni par procédé cultural (p. 222), ni par

l'emploi de diverses hormones de synthèse (p. 223), alors que l'hydrazide maléique s'est révélé trop dangereux dans ses effets pour pouvoir être utilisé dans ce domaine (p. 225).

6. — Le mode de ramification de la vigne (particulièrement de *V. vinifera* L.) se caractérise par une faible influence des « propriétés fixées » et *une suprématie évidente de la vigueur*, parallèlement des « concurrences de nature actuelle » : influence de la taille et du mode de palissage (p. 235), corrélations par détournements trophiques (p. 253).

Parmi les « *propriétés fixées* » qui ont pu être mises en évidence : tendance acrotone des souches non taillées (p. 233), structure plus ou moins évoluée des bourgeons latents (p. 250) et gradient de dormance de ces bourgeons (p. 254), cette dernière peut exercer une influence considérable sur la ramification dans le cas de plantes faibles ou non taillées et dans des milieux où les conditions thermiques de l'hiver sont peu rigoureuses (p. 257).

SUMMARY

Investigations on the fertility and on the vegetative development of vine-buds

In this study, undertaken at the Viticultural Research Station of Colmar from 1952 to 1957, two sights of the development of vinebuds have been analysed: the fertility of latent-buds and the vegetative development of the different types of buds of this plant.

After having found out the formation-time of the primordial inflorescences, we tried above all to settle:

— on one hand, the value ofthe genetic factor « *fertility of buds* » for the alsatia vines and for the vinifera varieties and hybrids in the ampelographic collection of the Station,

— on the other hand, *the fluctuation of this character* in function of the variety itself, of the vigor of the plant and twigs and of some surrounding-factors (climate, root-stock...).

The control of the fertility for the other bud-types has specially allowed to prove that buds of « *watershoots* » have the same fertility as buds from normal twigs.

The analysis of the vegetative development has been made under the point of view of the correlations between buds.

1. On *herbaceous twigs* of grape-vine, *terminal buds* have an inhibitory effect on the development of *secondary or lateral shoots*. A strong growth, however, thwarts this apical dominance successfully. Terminal buds and secondary shoots absolutely inhibit the growth of *latent buds*. This correlative inhibition, polarized in basal direction, lasts only some weeks, for dormancy appears very soon in latent buds.

2. On one-year-old, *woody-twigs*, correlations between buds are no longer polarized. On the whole, they are to be reduced to the condition of the anatomical differentiation of buds an the intensity of their dormancy. Finally, the ramification of vine is determined by a very weak influence of « established properties » (inductions) and by an evident supremacy of *vigor*.

РЕЗЮМЕ

Изыскания по виноградным почкам : цветочное зачатие и растительное развитие.

П. ЮГЛЕН. Станция разведения винограда, кольмар.

В течении работы, осуществленной на станции виноградных и винодельческих изысканий в г. Кольмар от 1952 до 1957 года, было изученно двухсторонное развитие почек винограда, главным образом V. vinifera L. : плодоностность дремлющих почек и вегетативное развитие различных типов почек этого растения.

После проверки эпохи формации цветочных зачатков в дремлющих почках, главные усилия были направленны для установления, с одной стороны, ценности генетическаго фактора «плодоностность почек» зльзасских лоз и сортов «vinifera» и производственных гибридов ампелографической колекции Станции, и с другой стороны, вариирование этого характера по функции самого сорта, мощности растений и лоз, и условий среды (климат, подвои).

Анализ плодоностности других типов дремлющих почек позволил показать, что почки стерильных побегов, выходящих прямо от стараго дерева (нем. Wasserschosse) такие-же как и у нормальных разветвлений.

Анализ вегетативнаго развития был произведен с точки зрения соотношения между почками : на зеленых побегах винограда, развитие нижних почек (нем. «Geisen», англ. «lateral shoots» или «secondary shoots») регулируется ингибацией терминальной почки. Эта ингибация однако задерживается мощностью. Дремлющия почки ингибируются, прежде всего и абсолютно, только терминальной почкой и нижними почками. Эта ингибация, поляризируемая в базисном направлении, длится, всего несколько недель, вследствии ранняго установления покоя в дремлющих почках.

На годовых разветвлениях, корреляции между почками больше не поляризируются. Оне, повидимому, определяются анатомической структурой, более или менее эволюированной и глубиной покоя почек. Вообще, разветвление виноградов характеризируется слабым влиянием «фиксированных качеств» (индукций) и очевидным доминированием мощности.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchungen uber die Fruchtbarkeit und die vegetative entwickelung der rebenknospen

In dieser Arbeit, die an der Weinbau Versuchsstation von Colmar zwischen 1952 und 1957 durchgeführt wurde, sind zwei Gesichtspunkte der Rebenknospenentwickelung studiert worden: die Fruchtbarkeit der Winterknospen und die vegetative Entwickelung der verschiedenen Knospen dieser Pflanze.

Nach der Ermittlung des Zeitpunktes der Gescheinanlagenausbildung wurde versucht folgende Punkte festzustellen :

1. Bestimmung des Wertes des genetischen Faktors « *Knospenfruchtbarkeit* » der elsässischen Traubensorten sowie der Viniferasorten und Hybriden der ampelographischen Kollektion der Station.

2. Aufklärung der *Schwankungen dieses Charakters* in bezug auf die Sorte selbst, auf die Wüchsigkeit der gesamten Pflanze sowie der einzelnen Trieben und auf gewisse Umweltfaktoren (Klima, Unterlage...).

Die Fruchtbarkeitskontrolle von weiteren Knospentypen konnte in der Hauptsache den Beweis bringen dass Knospen von « *Wasserschossen* » eine ähnliche Fruchtbarkeit wie diejenigen von normalen Trieben besitzen.

Die Analyse der vegetativen Entwickelung der Knospen wurde unter dem Gesichtspunkt der Korrelationsbeziehungen unternommen :

1. Bei der Rebe wirkt die *Gipfelknospe* der *Sommertriebe* wachstumshemmend auf die *Geizen*. Eine grössere Wüchsigkeit kann aber diese Korrelationswirkung erfolgreich bekämpfen. Dagegen wird eine Entfaltung der *Winterknospen* völlig durch den Haupttrieb und durch die Geizen verhindert. Ein frühzeitiges Eintreten der *Ruheperiode* dieser Winterknospen hat zur Folge dass diese, von oben nach unten polarisierte Korrelation, nur einige Wochen dauert.

2. Die Korrelationsbeziehungen des verholzten, *einjährigen Triebes* sind nicht polarisiert. Sie sind in der Hauptsache auf den Stand der anatomischen Entwickelung und auf die Tiefe des Ruhestandes der Knospen zurückzuführen. Die Verzweigung der Rebe wird durch einen sehr schwachen Einfluss der « eingeprägten Eigenschaften » (Induktionen) und durch einen äusserst starken Einfluss der *Wüchsigkeit* bestimmt.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cette liste est limitée à la littérature citée au cours de ce travail. Pour des bibliographies plus complètes des sujets traités dans ce mémoire, nous renvoyons aux références suivantes :

P. Chouard (19, 20), P. Champagnat (17, 15, 16).
J. Branas, G. Bernon et L. Levadoux (11), P. Bugnon (14).

En ce qui concerne la méthodologie des tests statistiques utilisés au cours de ce travail, on pourra consulter les ouvrages de base suivants :

L. Lamotte. — *Introduction à la biologie quantitative.*
A. Vessereau. — *Méthodes statistiques en biologie et en agronomie.*

(1) Allary (S.). — Rôle respectif des feuilles et de la tige dans la production d'auxine diffusible chez le Lilas. *C. R. Acad. Sci.* **245**, 981-983, 1957.

(1 *bis*). — Avery (G. S.), Johnson (E. B.), Addoms (R. M.) and Thomson (B. F.). — *Hormones and horticulture.* McGraw-Hill Book Cy, New York, 1st edition, 326 p., 1947.

(2) Baggiolini (M.). — Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Rev. rom. Agric. Vitic.* VIII, 1, 4-6, 1952.

(3) Barnard (C.) and Thomas (J. E.). — Fruit bud studies. II. The Sultana differenciation and development of the fruit buds. *J. Counc. sci. industr. Res., Australia*, **6**, 2851, 1933.

(4) Behrens (J.). — Aufbau und Wachstum des Rebensprosses. *Weinbau und Weinhandel*, p. 437, 447, 457, 1897.

(5) Bernon (G.). — Sur la fertilité des yeux de la vigne. *Prog. Agric. Vitic.* 49e année, no 7, 159-162, 1932.

(6) Birk (H.) und Ambrosi (H.). — Genetisch und modifikativ bedingte Einflüsse auf die Affinität von Pfropfreben unter besonderer Berücksichtigung der sensiblen Periode. *Die Weinwissenschaft*, 147-155, 1954.

(7) Bonnet (A.) et Vidal (D.). — Observations faites en 1899 sur le débourrement et la maturité des cépages. *Ann. Ec. nation. Agric. Montpellier*, XI, 334-359, 1899-1900.

(8) Branas (J.). — Suites des gelées d'hiver. *Prog. Agric. Vitic.* 64e année, nº 49, 355-358, 1947.
(9) Branas (J.). — Remise à fruit des vignes gelées en hiver. *Prog. Agric. Vitic.* 65e année, nº 29-30, p. 36, 1948.
(10) Branas (J.), Bernon (G.) et Levadoux (L.). — La sortie. *Prog. Agric. Vitic.*, 60e année, nº 18-19, 134-138, 1943.
(11) Branas (J.), Bernon (G.) et Levadoux (L.). — *Éléments de viticulture générale*. Ec. nation. Agric. Montpellier, 400 pages, 1946.
(12) Branas (J.). — Sur quelques données ontogéniques. *Prog. Agric. Vitic.* 74e année, nº 31-32, 58-67, 1957.
(13) Breider (H.). — Entwicklungsgeschichtlich-genetische Studien über somatische Mutationen bei der Rebe. *Züchter* **23**, 7/8, 208-222, 1953.
(14) Bugnon (F.). — *Recherches sur la ramification des Ampélidacées*. Presses Univ. France, 1953.
(15) Champagnat (P.). — Les principes généraux de la ramification des végétaux ligneux. *Rev. Hort.* n. s., **30**, 335-341, 1947.
(16) Champagnat (P.). — *Sur la diversité des mécanismes de corrélation chez les végétaux*. Thèse, Strasbourg, 1952.
(17) Champagnat (P.). — Les corrélations sur le rameau d'un an des végétaux ligneux. *Phyton*, Buenos Aires, **4**, 1-102, 1954.
(18) Champagnat (P.). — Les corrélations entre feuilles et bourgeons de la pousse herbacée du Lilas. *Rev. gén. Bot.*, **62**, 325-371, 1955.
(19) Chouard (P.). — *Dormances et inhibitions des graines et des bourgeons. Préparation au forçage. Thermopériodisme*. Centre de Doc. Univ., Paris, 157 p., 1951.
(20) Chouard (P.). — *Pourquoi fleurissent les plantes* ? Conf. Palais de la Découverte, 29 octobre 1949.
(21) Corbaz (J.) et Duperrex (A.). — Peut-on retarder le débourrement de la vigne ? *Rev. rom. Agric. Vitic.* III, 19-21, 1947.
(22) Demolon (A.), Geslin (H.) et Poli (C.). — Observations écologiques sur une vigne cloisonnée. *Ann. Agron.* 404-414, 1943.
(23) Dostal (R.). — Die Korrelationsbeziehungen zwischen dem Blatt und seiner Axillarknospe. *Ber. dtsch. bot. Gesellsch.*, **27**, 547-554, 1909.
(24) Dufrenoy (J.). — Corrélation entre la température de l'air et la vitesse de croissance de la vigne. *C. R. Acad. Sci.*, **194**, 639-640, 1932.
(25) Dummler (A.). — Wasserschosse (in Weinbaulexikon K. Muller, Berlin).
(26) Durquety (P. M.) et Magimel (P.). — Action de films hydrofuges d'organosiliciques sur le cycle végétatif et sur la résistance des végétaux à la sécheresse. *C. R. Acad. Sci.*, **245**, 723-725, 1957.
(27) Eichler (A.-W.). — *Blütendiagramme*, 2e partie, Leipzig, 1878.
(28) Felber (G. W.). — Stickstoffdüngung. Der Einfluss der zeitlichen Anwendung auf Traubenertrag, Mostqualität und Holzreife. *Weinberg und Keller*, **1**, Heft 6, 212-217, 1954.
(29) Francot (P.) et Mauro (J.). — Action des phytohormones sur la vigne. *Bull. O. I. V.*, nº 214, 32-45, 1948.
(30) Francot (P.) et Mauro (J.). — Recherches raisonnées sur les différences de sorties observées en Champagne en 1947 suivant les systèmes de taille. *Prog. Agric. Vitic.*, 65e année, nº 4, 44-56, 1948.
(31) Friedberg (L.). — Notions comparées de fluctuation et de variation dans l'amélioration des plantes. *Ann. Agron.*, 391-420, 1942.
(32) Galet (P.). — Cépages et vignobles de France. **1**, Montpellier, 1956.
(33) Gautheret (R. J.). — Recherches sur la polarité des tissus végétaux. *Rev. Cytol. Cytophysiol. végét.*, **7**, 45-217. 1944.
(34) Goebel (K.). — *Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen*. Leipzig et Berlin, 1908.
(35) Guillon (J. M.). — Sur la croissance des sarments. *Rev. Vitic.*, XXII, nº 566, 429-433, 1904.

(36) Huglin (P.). — 2,4-D-Schäden im Weinbau. *Les Vins d'Alsace*, p. 297, 1952.
(37) Huglin (P.) et Julliard (B.). — Etude sur la morphologie, la phénologie et la productivité des principaux cépages de *V. vinifera* cultivés en Alsace. *Ann. Amél. Plantes*, n° 1, 5-51, 1955.
(38) Huglin (P.). — Sur la fertilité des yeux des « gourmands » de quelques cépages de *V. vinifera* L. *C. R. Acad. Agric.*, XLI, 709-712, 1955.
(39) Kennard (W. C.), Tukey (L. D.) and White (D. G.). — Further studies with maleic hydrazide to delay blossoming of fruits. *Proc. amer. Soc. hortic. Sci.*, **58**, 26-32, 1951.
(40) Kobel (F.) und Spreng (H.). — *Neuzeitliche Obstbautechnik.* (Physiologische Grundlagen, p. 88). Berne, 1949.
(41) Koudo (I. N.). — Régénération de la fertilité des sarments sur les souches endommagées par les gelées. *Winodelie i Vinogradarstvo*, SSSR, n° 5 (101), 18-21, mai 1950.
(42) Kövessi (F.). — Influence des conditions climatologiques sur la végétation des sarments de vigne. *C. R. Acad. Sci.*, **132**, 857-859, 1901.
(43) Kövessi (F.). — Sur la taille rationnelle des végétaux ligneux. *C. R. Acad. Sci.*, **132**, 923-925, 1901.
(44) Kövessi (F.). — Recherches biologiques sur l'aoûtement des sarments de la vigne. *Rev. gén. Bot.*, **13**, 193-211, 251-264, 307-325, 1901.
(45) Kraus (E. J.) and Kraybill (H. R.). — Vegetation and reproduction with special reference to the tomato. *Oregon Agric. Exp. Sta. bull.*, **149**, 5-90, 1918.
(46) Kroemer (K.). — *Die Rebe.* P. Parey, Berlin, 1923.
(47) Laporte (M.). — Remarques sur la fertilité des yeux de la vigne. *Rev. Vitic.*, LXXXVI, 215-217, 1937.
(48) Levadoux (L.) et Michel (R.). — Débourrement des hybrides producteurs directs à l'E. N. A. M. en 1944. *Prog. Agric. Vitic.*, 61e année, n° 34-35, 57-60, 1944.
(49) Levadoux (L.) et Michel (R.). — Remise à fruit des hybrides producteurs directs après les gelées de printemps. *Prog. Agric. Vitic.*, 63e année, n° 44, 262-263, 1946.
(50) Leyvraz (H.). — Essais de traitements pour retarder le débourrement de la vigne en prévision du gel. *Bull. O. I. V.*, n° 182, 29-31, 1946.
(51) Maier (W.) und Mittmann-Maier (G.). — Untersuchungen über Wuchstoffgehalt gesunder und reisigkranker Reben. *Wein und Rebe*, Heft 6, p. 109-125, 1942.
(52) Mazade (A.). — Débourrement de la vigne. *Rev. Vitic.*, **1**, n° 3, 73-74, 1894.
(53) Moreau (L.) et Vinet (E.). — Rôle des matières de réserve de la vigne dans la mise à fruits des cépages et dans la véraison des raisins. *Ann. Agron.*, 363-374, 1932.
(54) Muller-Thurgau (H.). — Die Rebenknospe. *Weinbau und Weinhandel*, n° 7, 63-65, 1892.
(55) Muller-Thurgau (H.). — Die Geizen des Weinstockes und deren Bedeutung. *Der Weinbau*, p. 9-13, 1883.
(56) Nedeltcheff (M. N.). — La fertilité des yeux de la variété *Dattier de Beyrouth*. *Bull. O. I. V.*, n° 68, p. 58, 1934.
(57) Prillieux (E.). — Considérations sur la nature des vrilles de la vigne. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **3**, 645-653, 1856.
(58) Ravaz (L.). — Cours inédit de Viticulture à l'E. N. A. M., 1922.
(59) Reiter (R.). — Weitere Folgerungen aus den Frostschäden des Winters 1928-29. *Das Weinland*, 49-52, 1931.
(60) Remy (R.-H.). — Les possibilités de la conduite de la végétation par voie biochimique (sous-titre : utilisation de l'hydrazide maléique au vignoble). *Vigneron Champenois*, 73e année, n° 3, 81-84, 1952.

(61) Samish (R. M.). — Dormancy in woody plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, V, 183-204, 1954.
(62) Sartorius (O.). — Die Entwicklung des Blattes von *V. vinifera* und einige Gesetzmässigkeiten in seinem Aufbau. *Gartenbauwissenschaft*, 541-557, 1937.
(63) Scheu (G.). — *Mein Winzerbuch*, p. 100, Berlin, 1936.
(64) Schoene (D. L.) et Hoffmann (O. L.). — L'hydrazide maléique, un régulateur unique de croissance. *Phytoma*, n^e 14, 26-27, mars 1950.
(65) Spaeth (H. L.). — *Der Johannistrieb*. Berlin, 1912.
(66) Thimann (K. V.) and Skoog (F.). — Studies on the growth hormones of plants. III. The inhibiting action of the growth substance on bud development. *Proc. nation. Acad. Sci.*, **19**, 714-716, 1933.
(67) Turjanskii (G. F.). — Fertilité des bourgeons de la vigne. *Vinodelie i Vinogradarstvo*, n° 4(100), 23-27, avril 1950.
(68) Viala (P.) et Pechoutre (P.). — Ampélographie de Viala et Vermorel, **1**, 1910.
(69) Vinet (E.). — Le diagnostic ligneux et la fructification. *Bull. O. I. V.*, n° 57, 56-62, 1933.
(70) Weger (N.) und Moog (H.). — Untersuchungen über die Ertragsfähigkeit sogenannter Wasserschosse bei Reben. *Der Weinbau*, W. B., 65-70, 1949.
(71) Wolf (H.). — Sind Wasserschosse fruchtbar ? *Das Weinland*, p. 397, 1931.
(72) Wurgler (W.). — Peut-on employer des phytohormones pour retarder le débourrement de la vigne ? *Rev. rom. Agric. Vitic.*, 11-13, 1948.
(73) Zillig (H.) et Heymer (T.). — Recherches sur la fertilité des yeux de la vigne. *Der Weinbau*, W. B., n° 4, 97-105, 1950.
(74) Zimmermann (J.). — Sprosshistologie und Holzreife bei der Rebe. *Mitt. Klosterneuburg*, **4**, A, 101-119, 1954.
(75) Zuckel (J. W.). — *Literature Summary on maleic hydrazide*. United States Rubber Company, Naugatuck Chemical, 1952 et 1953.

Le Directeur-Gérant : B. Laclavière.

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 28-11-1958.
Dépôt légal : 4e trimestre 1958 *N° d'impression : 942*

LES MAIS-HYBRIDES EN FRANCE

ÉTUDE DE LA PRÉCOCITÉ

PAR

A. CAUDERON

Station d'Amélioration des Plantes, Clermont-Ferrand

PLAN DU MÉMOIRE

Définition de la Précocité.

Les définitions de la Maturité.

Précocité et Rendement : Variétés de précocité-limite.

Indices de précocité.

Précocité des hybrides cultivés en France.

Répartition géographique des hybrides suivant leur précocité.

Annexe I :

Nombre de jours de végétation et Somme des températures pour la définition de la précocité d'un Maïs.

Annexe II :

Sensibilité au *Fusarium* et vitesse de dessiccation des plantes.

La culture du Maïs-grain en France, autrefois localisée principalement au Sud-Ouest et accessoirement au Centre-Est, tend à se répandre à peu près partout sauf en altitude et en bordure de la Manche et de la Mer du Nord. Le Sud-Ouest, et singulièrement l'extrême Sud-Ouest, reste la grande zone de production, mais la culture du Maïs est en extension, en particulier dans le Centre-Est, le Centre-Ouest et les pays de la Loire, ainsi que dans une partie du Bassin de Paris. C'est le manque de chaleur pendant l'été qui limite l'extension du Maïs vers le Nord.

Définition de la précocité

La répartition géographique des variétés est basée principalement sur leur précocité, qui est le caractère le plus important à connaître. L'agriculteur est rapidement au courant de la précocité de quelques variétés classiques dans sa région, mais il peut arriver qu'on lui propose des semences de variétés qui lui sont inconnues, nouvelles ou étrangères. L'expérience nous a enseigné que, malgré les précautions prises, les erreurs grossières sont alors fréquentes, avec tous les risques de mauvaise maturité que cela comporte. Il serait donc bon que le nom de chaque variété donne une indication sur sa précocité, et un système international a été étudié dans le cadre de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

La précocité d'une variété est mal définie par un « nombre de jours de végétation », car une journée où la température reste autour de 10° n'avance pratiquement pas la végétation du Maïs, alors que la croissance sera importante au cours d'une journée à 25°. Plus le climat sera froid, plus la durée de végétation sera longue. Par exemple, *W 240* sera qualifié de « Maïs de 80 jours » dans le nord du Corn-Belt, alors qu'il lui faudra de 100 à 170 jours en France (suivant la région) pour accomplir son cycle végétatif. Le nombre de jours de végétation attribué à une variété n'a donc aucune signification directe : il peut être utilisé comme un indice relatif, une variété dite de 80 jours étant connue immédiatement comme plus précoce qu'une variété dite de 100 jours ; mais ces « jours » sont des unités arbitraires et variables : dans ce cas, il vaut mieux supprimer le mot « jours », qui pourrait être une source d'erreurs.

Nous sommes donc amenés à exprimer la précocité au moyen d'indices relatifs ; or, nous pouvons trouver pour établir ceux-ci une base plus biologique, donc moins fluctuante, que le nombre de jours de végétation : c'est la somme des températures (comptées au-dessus d'un seuil situé entre + 6 et + 7°C) nécessaire pour l'accomplissement du cycle végétatif (1). Ces sommes des températures n'ont aucune réalité directe et nécessitent des observations spéciales : il est inutile de les indiquer elles-mêmes ; simplement, elles servent à l'établissement de bons indices relatifs de précocité, que l'agriculteur apprendra à connaître rapidement.

Définitions de la maturité

Le cycle végétatif commence au semis (2) et se termine à la maturité Encore faut-il préciser ce que l'on entend par maturité.

(1) Voir annexe I, à la fin de l'article.

(2) Dans les pays méditerranéens, où l'on sème parfois en terre très sèche, le grain attend la pluie pour commencer à gonfler ; cette attente n'a évidemment rien de variétal ; la plupart des sélectionneurs de ces pays mesurent le cycle végétatif à partir de la levée. Dans les régions nordiques, il est au contraire normal de tenir compte de la phase semis-levée, la température (et non l'humidité) étant le facteur limitant.

On peut définir la maturité de plusieurs façons : pour un agriculteur situé dans une région favorable et ayant l'habitude de conserver sa récolte en crib sans aucune difficulté, un Maïs est mûr lorsque l'humidité du grain est descendue à 25 p. 100. Cette définition, valable dans le Corn-Belt américain et dans une partie du sud de la France, n'est pas utilisable dans la plupart de nos zones d'extension : là, le Maïs n'atteint un tel degré de siccité que très tard en saison, bien après les gelées : dans ces conditions, les variétés un peu trop tardives saisies par le gel alors que la migration des réserves vers le grain n'était pas achevée, arriveront au degré d'humidité de 25 p. 100 en même temps que les variétés dont la migration des réserves était terminée avant les gelées. Il est pourtant évident que les variétés dont le grain était « fini » avant que le climat ne vienne arrêter la végétation sont plus précoces que les autres, cette précocité permettant d'obtenir de la variété une qualité et un rendement normaux.

Pour qu'une définition de la maturité ait une valeur assez générale sur le plan variétal, il faut se limiter à ce qui est proprement biologique. A partir de la floraison, le Maïs forme, puis « remplit » ses grains ; tant que le milieu reste favorable, il y a migration des réserves (principalement des sucres qui se condensent en amidon) et, parallèlement, diminution de la teneur en eau du grain. Lorsque cette teneur en eau arrive entre 40 et 35 p. 100, la migration des réserves est terminée, le grain est fait : il a atteint pratiquement son poids sec maximum, et il possède toutes ses qualités biologiques. En somme, la récolte (essentiellement les glucides synthétisés par les feuilles) est « engrangée » dans les grains, la qualité normale est atteinte. La plante est encore verte (seules les spathes sont jaunes), la récolte est encore difficile et la conservation délicate ; mais le travail de la plante est terminé : le port est atteint.

A partir de ce moment, il n'y a plus qu'un phénomène physique de dessiccation des grains, dessiccation d'autant plus rapide que les spathes sont courtes et peu enveloppantes, le grain petit et denté. Par exemple, la plupart des Maïs américains, sècheront plus vite que les Maïs européens. D'autre part, le développement de pourritures (*Fusarium*) à la base des plantes accélèrera la dessiccation : ce dernier facteur agit fréquemment [1]. Donc, l'ordre de maturité biologique (défini au niveau 35-40 p. 100 d'eau) peut ne pas être exactement l'ordre de récolte (niveau 30 p. 100 ou même 25 p. 100) ce dernier étant plus fluctuant. En gros, il y a cependant une bonne concordance.

La coïncidence entre la fin de la migration des réserves vers le grain et l'arrivée de l'humidité du grain au niveau 35 p. 100 est généralement admise. Des résultats contradictoires ont cependant été avancés, qui mettent en évidence à la fois la difficulté de mesures précises et le carac-

[1] Voir annexe II.

tère très fluctuant du phénomène. En effet, la maturité du Maïs se produit généralement à une époque où le climat devient peu favorable à la vie de la plante ; tout écart climatique retentit sur la migration des réserves et d'autant plus facilement que celle-ci approche de son terme. Par exemple, en l'absence de toute gelée, nous constatons en étudiant des semis échelonnés que l'accroissement du poids sec du grain cesse pour des variétés mûrissant tard (mais donnant une récolte apparemment normale) à un niveau d'humidité du grain supérieur à celui que l'on a constaté chez les mêmes variétés ayant mûri plus tôt, à une époque où la température était plus favorable au Maïs. Cependant, il semble bien que le point 35 p. 100 coïncide à peu près exactement avec la maturité biologique normale, appréciée par la mesure du poids sec du grain et aussi de diverses caractéristiques chimiques. Même s'il existe des différences variétales dans ce domaine, elles doivent d'ailleurs être faibles pour un pays et un groupe de précocité déterminés, où les divers hybrides sont généralement apparentés.

Précocité et rendement : Variétés de précocité limite

Or, dans la plupart des régions et notamment dans toutes les zones d'extension, les variétés qui ont en moyenne le meilleur rendement sont des variétés de précocité limite, c'est-à-dire qui utilisent pleinement la période favorable à la végétation : par exemple, pour la région de Paris, ces variétés, semées vers les 20-25 avril, arriveront au stade 35 p. 100 d'eau dans le grain au début d'octobre en année moyenne. Des variétés plus précoces cessent leur végétation alors que le climat leur permettrait de « travailler » encore utilement, et sont moins productives. Des variétés plus tardives que les variétés-limite auront rarement la possibilité de terminer la migration des réserves vers le grain (température trop basse) ; elles ne pourront « réaliser » leur rendement et n'auront pas une qualité normale. On doit souligner que ces variétés tardives donneront de bons résultats en année chaude, et que, de toutes façons, leur aspect est toujours flatteur au cours de l'été : en raison de leur grand développement végétatif, elles font alors bonne impression. Mais on les juge plus exactement à la récolte surtout lorsque l'année a été froide (1954 et 1956).

On voit l'importance de la précocité de maturité biologique lorsqu'on veut cultiver des variétés de précocité limite ; l'important est de savoir non pas si on pourra les récolter quelques jours plus tôt ou plus tard, mais si ces variétés risquent ou non de ne pas réaliser leur qualité et leur rendement « normaux ». L'utilisation rationnelle de ces variétés est délicate et exige la réalisation de plusieurs conditions :

1° Pouvoir semer de bonne heure : cela n'est pas toujours possible par exemple pour un Maïs venant après une culture d'hiver (trèfle, etc.) ; de plus, il faut aussi défendre le Maïs pendant la période difficile où son

démarrage est lent (parasites, herbes) et la réalisation directe d'un bon peuplement est plus délicate.

2° Pouvoir récolter rapidement, disposer des moyens de séchage convenables et pouvoir reprendre la terre rapidement ou bien renoncer à faire succèder un Blé d'hiver au Maïs.

3° Enfin, il n'est rationnel de prendre des variétés de productivité maximum — au prix des difficultés que nous venons de voir — que si les rendements réalisés sont très élevés. La pleine exploitation des possibilités des variétés-limite suppose des techniques de culture parfaites, et aussi un milieu favorable au Maïs. Dans le cas contraire, il est vain de rechercher des complications inutiles.

Si ces conditions ne sont pas remplies et si on ne veut pas prendre de risques, on fera appel à des variétés plus précoces. Actuellement, on a tendance à utiliser des variétés de précocité limite surtout dans les régions où le Maïs est une culture nouvelle ; dans les zones traditionnelles, on est généralement plus prudent.

Les raisons de cette différence d'attitude sont diverses : par exemple, parmi les hybrides d'obtention américaine, les variétés précoces (*W 240*) sont génétiquement moins perfectionnées (type de plante, résistance à la verse, résistance à certaines maladies) que les variétés plus tardives (*W 416*, *Ia 4 417*) sur lesquelles le travail de sélection a été plus important. De plus, si la récolte est faite tard en saison (par exemple après les Betteraves), la verse parasitaire due au *Fusarium* est beaucoup plus forte chez les variétés qui ont mûri tôt que chez celles qui ont mûri tard. Pour ces deux raisons, les agriculteurs de la région Nord ont tendance à cultiver des variétés aussi tardives que possible. Elles sont parfois plus tardives que les variétés-limite définies précédemment : il y a alors risque d'accidents en année froide.

Par contre, les zones traditionnelles cultivent souvent des variétés plus précoces que les variétés-limite : leur prudence a été développée par l'expérience et leurs moyens techniques (qu'il s'agisse du séchage ou du labour après la récolte) ne leur permettent généralement pas de prendre autant de risques. D'ailleurs, tant que les rendements restent bas, il est prématuré de chercher le salut vers les variétés plus tardives.

On peut supposer raisonnablement, d'une part que la culture du Maïs se maintiendra ou se développera surtout dans des régions assez humides ou irriguées, d'autre part que l'équipement des zones traditionnelles s'améliorera et que l'emploi des meilleures techniques de culture se généralisera.

L'utilisation des variétés-limite deviendra alors plus fréquente, même dans les zones méridionales ; la précocité des variétés, telle que nous l'avons définie, sera partout aussi importante qu'elle l'est actuellement dans les régions Nord ; cette définition de la précocité n'est pas la seule possible, mais semble la mieux adaptée à nos conditions.

Indices de précocité

La précocité des nouvelles variétés est jugée par rapport à des témoins, et le numéro qui leur est affecté indique leur précocité. Les témoins internationaux sont les suivants :

Indice 200 à 300 : *W 240* (précoces).
Indice 300 à 400 : *W 355*.
Indice 400 à 500 : *W 464 a*.

On notera que des hybrides Wisconsin utilisés en France constituent le cadre de référence. Les hybrides d'obtention I. N. R. A. sont baptisés suivant les mêmes normes.

La détermination de la précocité d'une nouveauté doit être faite pendant plusieurs années et dans plusieurs régions pour être valable ; dans chaque essai, on détermine le classement et les écarts entre variétés au niveau 35-40 p. 100 d'humidité.

Deux autres caractères d'appoint peuvent être utilisés :

— La date de floraison, notée lorsque les stigmates sont sortis sur la moitié des plantes : l'ordre de floraison est en corrélation positive avec l'ordre de maturité ; cette corrélation n'est pas absolue, mais le classement des variétés à la floraison semble moins fluctuant qu'à la maturité.

— La date du jaunissement des spathes de l'épi principal, notée lorsque toute coloration verte a disparu sur les spathes chez la moitié des plantes. Pour la plupart des variétés classiques, ce stade correspond au stade « 40 p. 100 d'eau dans le grain ». La notation risque d'être faussée par des gelées, ou par une attaque de *Fusarium*.

On peut faire à ce système plusieurs reproches :

1° On peut défi nir différemment la maturité : nous avons déjà exposé pourquoi le critère utilisé semble bien adapté aux conditions de la culture en France.

2° Tous les obtenteurs n'appliquent pas ce système, qui a d'ailleurs été défini très récemment, et n'est pas obligatoire. Souhaitons que tous respectent ces conventions, même leurs promoteurs.

3° La numérotation des hybrides Wisconsin eux-mêmes présente quelques distorsions : par exemple, l'écart numérique entre *W 240* et *W 255* est trop faible et l'écart entre 355 et 416 est trop fort. Il est évidemment difficile de débaptiser ces hybrides.

4° Les écarts de précocité entre les variétés ne seront pas toujours et partout les mêmes :

a) L'écart apparent entre deux variétés sera maximum lorsque la

plus précoce des deux arrivera tout juste à maturité, l'autre ne mûrissant pas normalement dans le milieu considéré. Au contraire, si toutes deux mûrissent largement et tôt en saison, l'écart paraîtra négligeable. *Ceci prouve simplement que le jugement de la précocité (telle que nous l'avons définie) est plus précis lorsqu'on se place dans un milieu où les variétés étudiées sont de précocité-limite.*

b) Cependant, l'écart réel entre deux variétés pourra varier un peu, le Maïs ne poussant pas qu'en fonction de la température. D'autres facteurs du milieu interviennent, auxquels les diverses variétés peuvent réagir différemment (verse, parasites, sécheresse).

c) Même si nous ne considérons que la température, toutes les variétés ne réagissent pas identiquement. La tolérance au froid est le meilleur exemple possible : certaines variétés (généralement européennes) souffrent moins que d'autres de températures moyennes inférieures à 15°, que l'on observe fréquemment après la levée du Maïs dans la moitié nord de la France. *Il est donc nécessaire de juger de la précocité d'une variété en se plaçant dans la région où elle doit être cultivée.*

Malgré tout, ces réactions différentes ne provoquent pas de bouleversements dans le classement précocité, mais seulement des modifications de détail. Dans l'ensemble, il est possible de définir la précocité avec une précision bien suffisante, suffisante en tout cas pour éviter aux agriculteurs des erreurs importantes. Quelles que soient les critiques que l'on peut faire — et elles sont nombreuses — cette numérotation présente un avantage certain : *alors que le nom d'une variété de Blé ne fournit généralement aucun renseignement sur les écueils à éviter dans sa culture, le nom d'un Maïs permettra à lui seul d'éviter les erreurs les plus graves.*

Pratiquement, on juge la précocité d'une nouvelle variété par rapport à des témoins, pendant plusieurs années, *et en se plaçant dans la région et dans les conditions de culture qui conviennent au groupe en question* : ce dernier point est très important.

Précocité des hybrides cultivés en France

Le classement dans l'ordre de précocité des hybrides inscrits au Catalogue français en 1958 est le suivant :

1er groupe (Précoces) :
I. N. R. A. 200 (France).
W 240 (U. S. A.).
Goudster (Pays-Bas)
I. N. R. A. 244 (France).
W 255 (U. S. A.).
I. N. R. A. 258 (France).
C. I. V. 7 (Pays-Bas).

2e groupe :

U 22 (U. S. A.).
Minh. 706 (U. S. A.).
U 2 (U. S. A.).
I. N. R. A. 353 (France).
W 355 (U. S. A.).
U 24 (U. S. A.).
W 416 (U. S. A.).

3e groupe :

U 26 (U. S. A.).
W 464 (U. S. A.).
W 464 *a* (U. S. A.).
U 28 (U. S. A.).
I*a* 4 417 (U. S. A.).
U 3 (U. S. A.).

La variation de précocité est continue, sauf entre *CIV 7* et *U 22*, où existe un hiatus important.

Le tableau suivant donne une idée de l'importance en culture des hybrides par groupe de précocité : il s'agit de la surface approximative plantée avec des semences hybrides, calculée d'après les ventes de semences. On sait que l'utilisation des semences non hybrides (F_2 et surtout Populations) est très faible dans le groupe des précoces mais importante dans les deux autres groupes.

Importance de la culture du Maïs grain en France.

Années	Surface plantée en hybrides (en milliers d'ha) (*a*)				Surface totale en maïs-grain (en milliers d'ha)	Production française de semences hybrides en tonnes
	1er groupe (200–300) (précoces)	2e groupe (300–400)	3e groupe (400–500)	Total en hybrides		
1950	1	7	6	14	325	219
1951	4	18	18	40	350	1 100
1952	11	20	17	48	350	1 114
1953	13	23	13	49	375	1 664
1954	23	32	24	79	405	1 922
1955	35	39	36	110	445	3 723
1956 (*b*)	(60)	(110)	(110)	(280)	(650)	4 547
1957	52	99	90	241	545	7 424 (*c*)
1958	68	121	106	295	(600)	

(*a*) Estimation faite d'après le tonnage des semences vendues, communiqué par la F. N. P. S. M.
(*b*) Superficie accrue à la suite de la destruction par l'hiver d'une grande partie des céréales.
(*c*) Estimation faite en Mai 1958 par la F. N. P. S. M.

Répartition géographique des hybrides suivant leur précocité

Sur la carte ci-dessous, la France a été divisée en zones suivant la température moyenne normale de la période 1er mai-30 septembre (1) dans les régions de plaine (altitude inférieure à 500 m).

A = Nord et Nord-Ouest côtiers	inférieure à 16°C
B = Nord et Nord-Ouest non côtiers, Nord-Est	entre 16°C et 16,5°C
C = Paris-Loire	entre 16,5°C et 17°C
D = Centre-Ouest, Centre et Centre-Est	entre 17°C et 18°C
E = Sud	supérieure à 18°C

Les zones de culture traditionnelle du Maïs bénéficient d'une température moyenne supérieure à 17°C.

La répartition en culture des groupes de précocité coïncide avec la carte des températures moyennes, surtout dans la moitié nord de la France où la température est le facteur limitant le plus important. Bien entendu, une carte aussi simple ne donne que les grandes tendances, et les situations locales particulières ont dû être négligées. Ainsi, en s'approchant des régions montagneuses, on trouve des variétés de plus en plus précoces : on cultive dans les vallées pyrénéennes, autour de 800 m d'altitude, des Maïs de précocité 200. Ces réserves faites, et en ne tenant compte que des variétés importantes, la répartition des groupes de précocité est la suivante :

Zone B : Indice 200 à 250.
Zone C : Indice 250 à 300.
Zone D : Indice 250 à 350.
Zone E : Indice supérieure à 350

Les chiffres suivants (2) donnent une idée de l'évolution des superficies cultivées en Maïs-grain (en milliers d'ha).

	1948	1955	1957
Zone A.	0	0,4	1
Zone B	0	5	6
Zone C :			
Paris-Loire	0	16	35
Zone D :			
Centre-Ouest et Centre	2	20	40
Centre-Est	23	35	43
Zone E :			
Sud-Est	5	11	21
Sud-Ouest	263	358	399
Total	293	445	545

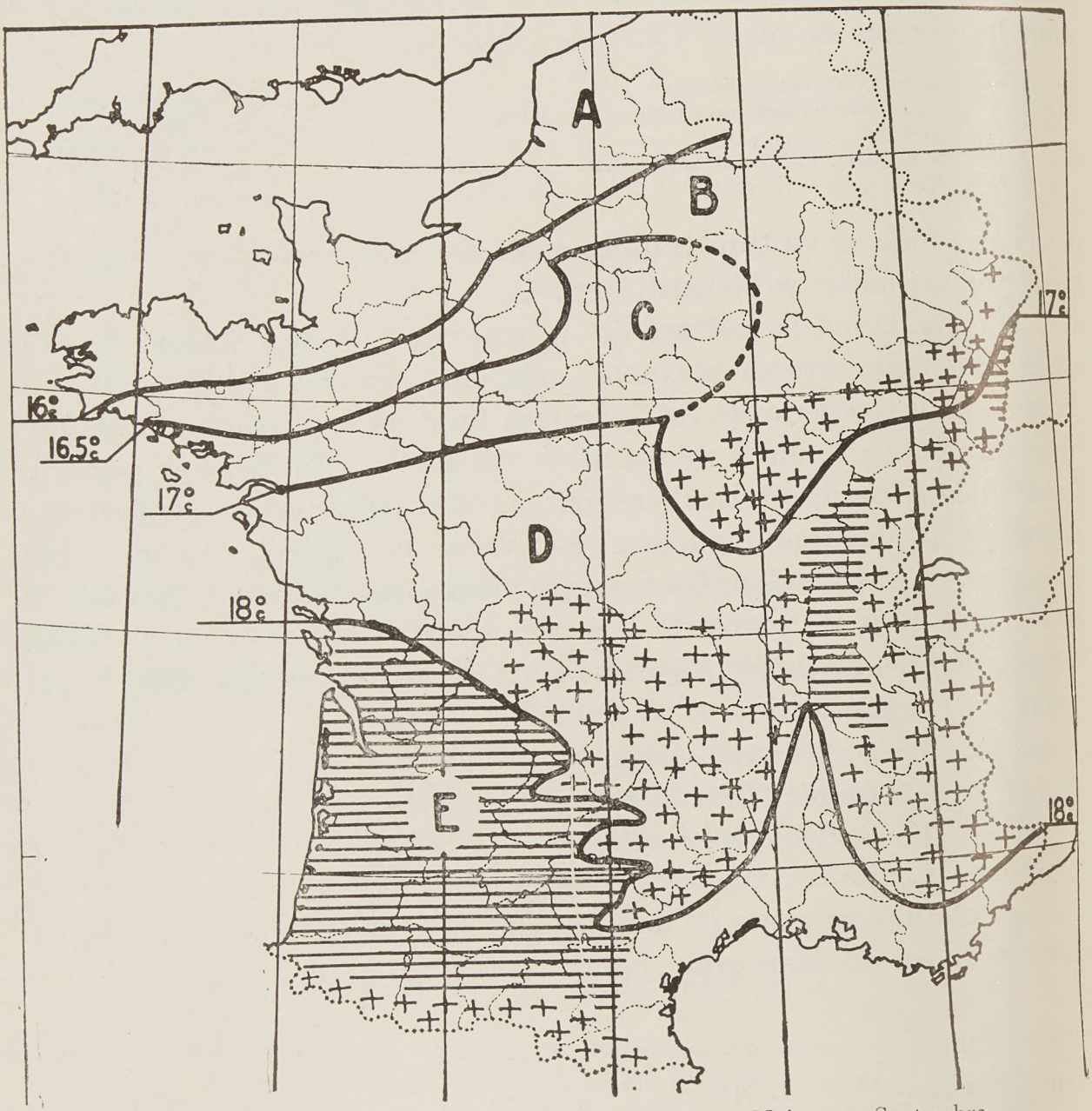
La culture du Maïs, tout en se développant dans les zones traditionnelles, s'est donc étendue vers le Nord d'une façon sensible :

1° Dans le Centre-Ouest et le Centre, régions qui bénéficient d'une

(1) Voir annexe I.
(2) Calculés d'après les estimations des Directions Départementales des Services Agricoles.

température comparable à celle du Centre-Est, zone de culture traditionnelle.

2° Dans la région Paris-Loire, qui constitue actuellement la plus « avancée » des régions nouvelles où le Maïs soit solidement implanté, et la



Température moyenne normale pendant la période 1er Mai — 30 Septembre pour les régions de plaine

———	Zones traditionnelles de culture du Maïs-grain
+ + + + + + + + + +	Relief

seule dont le climat soit plus froid que celui des zones traditionnelles : cependant, avec une température moyenne de la période 1er mai-30 septembre supérieure à 16,5 + 0,5°C, cette région assure une bonne maturation des variétés de précocité 300, c'est-à-dire intermédiaires entre *W 240* et *W 355*.

Vers la limite nord de sa culture, le Maïs est réparti en taches, correspondant à la fois à des microclimats favorables et à la nécessité de la mécanisation dans de grandes exploitations : d'où l'obligation d'avoir des surfaces en Maïs assez importantes.

En somme, la progression du Maïs vers le Nord peut paraître faible si on se réfère non pas aux aires géographiques, mais aux données climatiques. En réalité, les barrières climatiques sont très difficiles à reculer, et les résultats obtenus pour le Maïs en moins de 10 ans sont importants. Ces progrès sont dus à 3 causes principales :

— Amélioration des techniques de culture, permettant un semis précoce. La culture du Maïs dans les zones nouvelles n'est facile que si l'on abandonne l'optique Sud-Ouest pour la période du semis.

— Amélioration des méthodes de conservation, permettant de sauver une récolte humide.

— Amélioration de la productivité des variétés (Introduction des hybrides d'obtention américaine).

L'amélioration des variétés par association des qualités des hybrides d'obtention américaine (productivité) et des populations locales (adaptation au climat) a été poursuivie en Europe depuis 10 ans. Les nouveaux hybrides ainsi mis au point doivent permettre de consolider la position du Maïs dans les régions où il vient de s'implanter.

Annexe I

Nombre de jours de végétation et Sommes des Températures pour la définition de la précocité du Maïs

L'étude de l'évolution d'une même variété en semis échelonné permet de définir le facteur externe qui rend le mieux compte de l'évolution de la plante dans le milieu considéré. Pour 5 semis de l'hybride simple D × 9 (échelonnés du 17 avril au 9 juin 1952), on a représenté la variation de l'humidité de l'épi entre le 30 août et le 1er décembre en fonction de divers éléments comptés à partir de la floraison femelle :

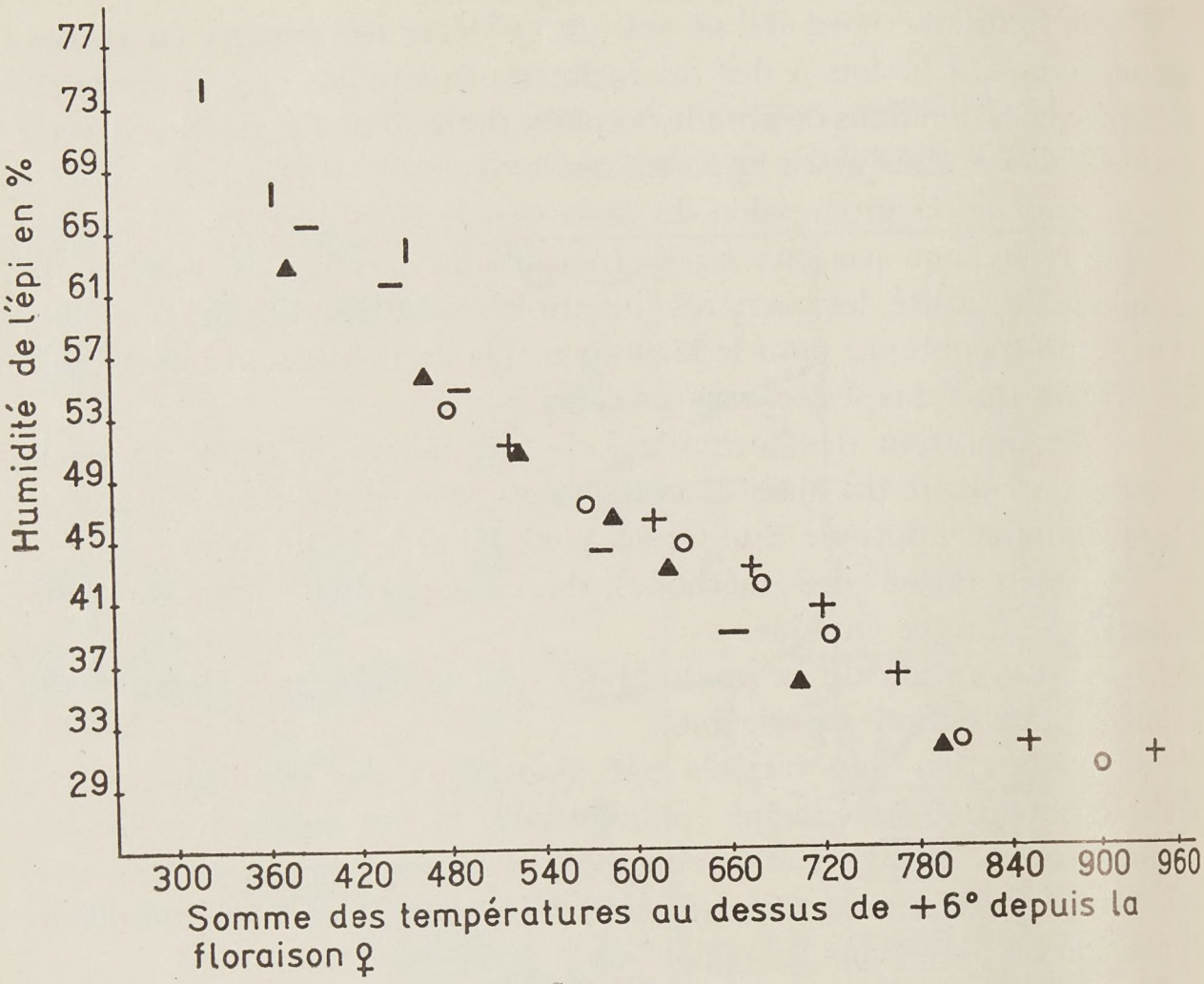
Graphique 1 : le nombre de jours.

Graphique 2 : les sommes des températures au-dessus de 0°C.

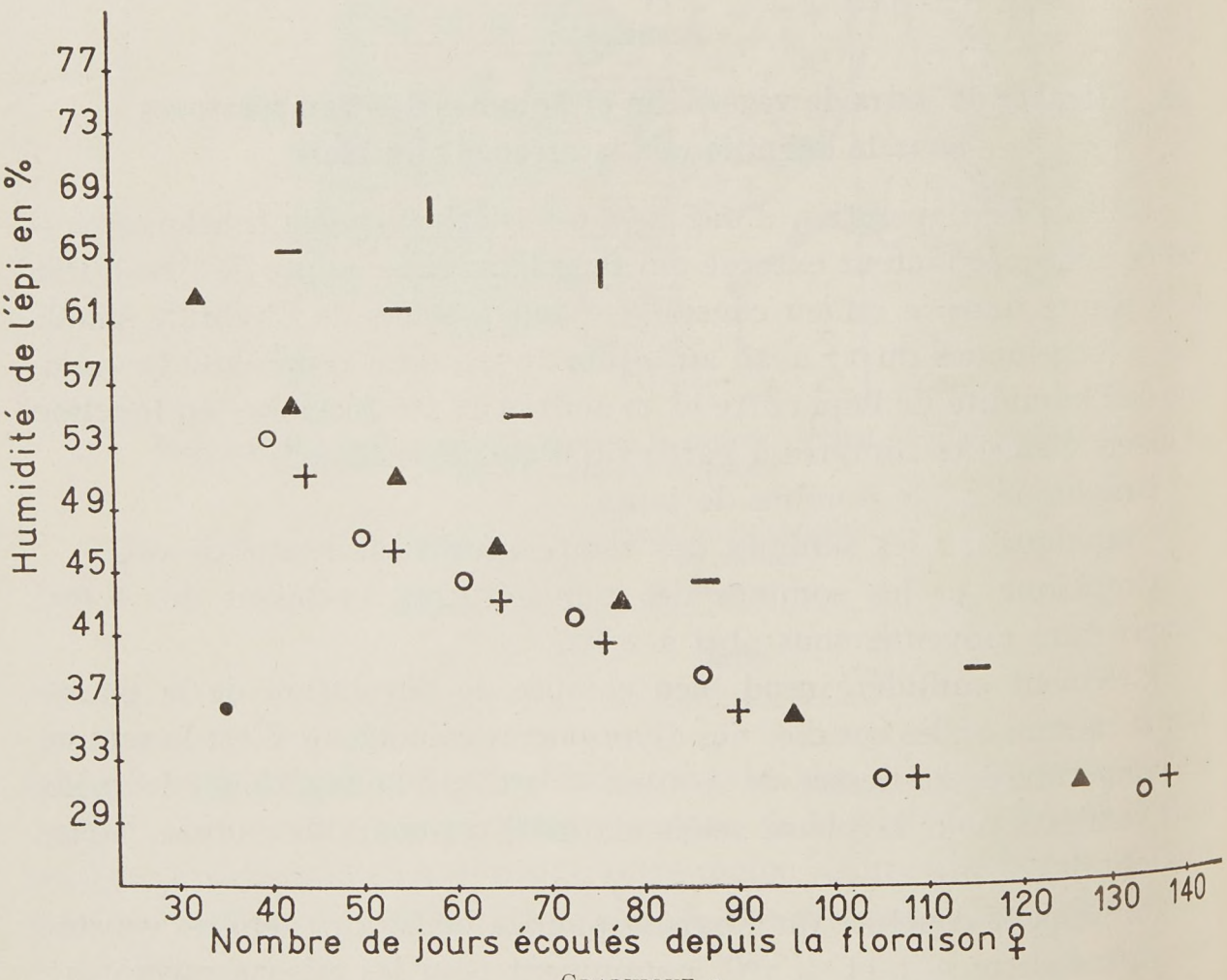
Graphique 3 : les sommes des températures au-dessus de + 6°C (température moyenne sous abri à 2 M).

L'élément considéré rend bien compte de l'évolution de la plante dans la mesure où les courbes des divers semis coïncident. C'est la somme des températures au-dessus de + 6 ou + 7°C qui nous a donné les meilleurs résultats pour la phase semis-maturité au cours des années 1951, 1952 et 1953.

On ne peut conclure qu'il existe, pour le Maïs, un « zéro de végétation » situé entre + 6 et + 7°C, notamment pour les raisons suivantes :



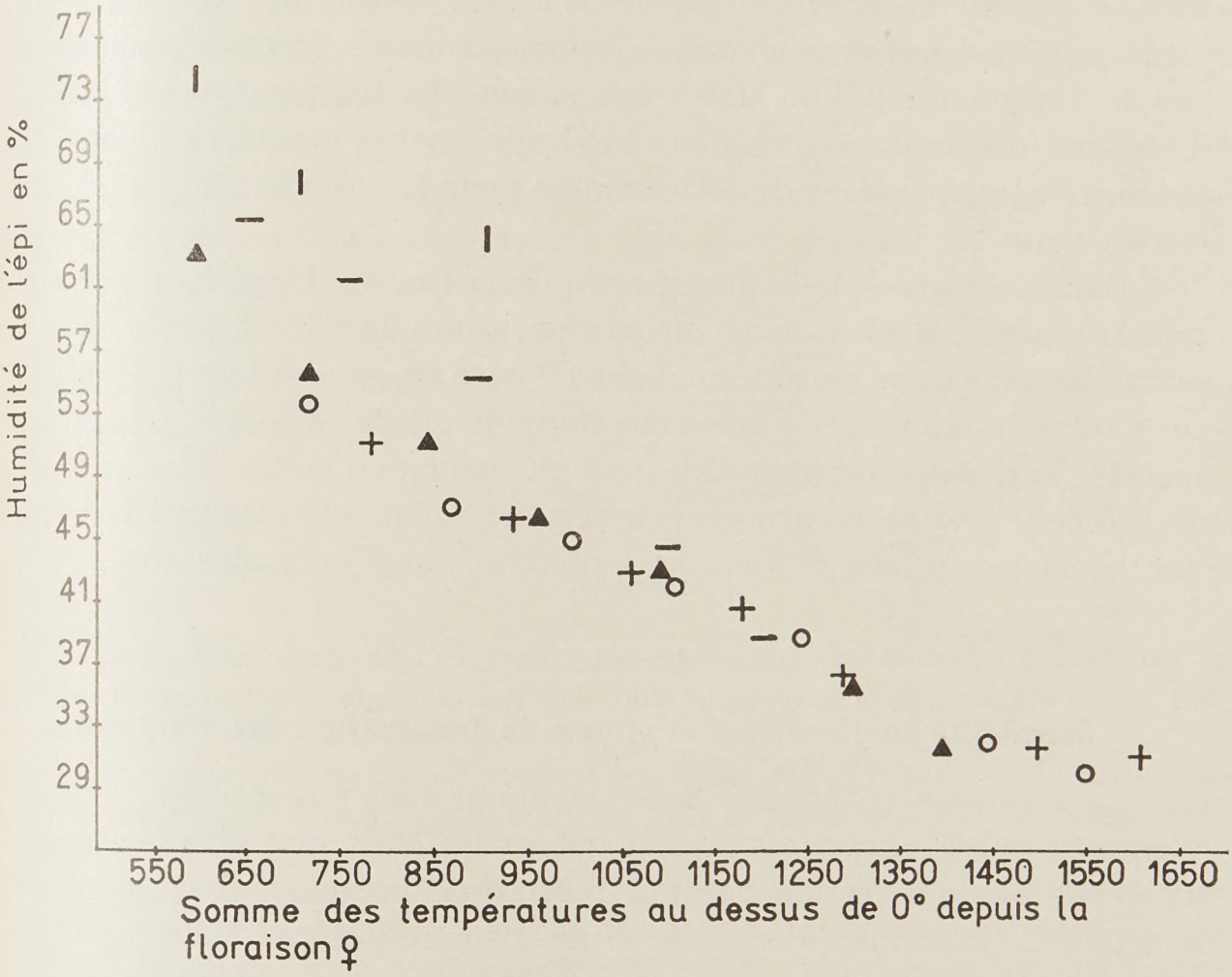
GRAPHIQUE 1



GRAPHIQUE 2

— La croissance n'est pas directement proportionnelle à la température.

— Nous avons travaillé sur les moyennes quotidiennes, sans tenir compte de l'écart entre minimum et maximum.



	Date du semis	Date de la floraison ♀
+	17 Avril	17 Juillet
o	2 Mai	21 Juillet
▲	15 Mai	29 Juillet
—	30 Mai	9 Août
I	9 Juin	18 Août

GRAPHIQUE 3

GRAPHIQUES 1, 2, 3. — Nombre de jours de végétation et sommes des températures pour la définition de la précocité d'un maïs (Hybride simple D. 9, 1952).

— Il est d'ailleurs impossible de connaître la température exacte du milieu (très hétérogène), où vit une plante, surtout lorsqu'il s'agit d'un milieu naturel.

— L'action de la température peut varier en fonction d'autres facteurs du milieu.

— Elle semble varier suivant le stade de végétation : le « zéro apparent de végétation », tel qu'il ressortirait de nos essais, est plus élevé

pour la phase Levée-Floraison que pour la phase Floraison-Maturité ; la différence est d'environ 2,5°C.

— L'action de la température pourrait varier suivant les variétés. Cependant, *sur le plan pratique*, on peut conclure : *sous un climat tempéré* (maximum rarement supérieur à 30°C) *et tant que la température est le principal facteur limitant*, la moins mauvaise mesure extérieure simple de l'évolution d'un Maïs est la somme des températures au-dessus d'un seuil d'environ + 6°C. Pour l'hybride simple considéré (indice de précocité 250), la valeur de cette somme pour la période semis-maturité est de 1 400 à 1 500 °C.

Dans les plaines de la moitié nord de la France, la période permettant la végétation (période définie par les risques de gelée et par la température moyenne) va sensiblement du 1er mai au 30 septembre. Pendant ces 5 mois, la température moyenne normale est de 15 à 17°C suivant les régions, avec une fluctuation de ± 0,5°C suivant l'année. Des variétés de précocité 250 ne pourront avoir régulièrement une maturité correcte que là où la normale 1er mai-30 septembre est d'au moins 16°C.

Annexe II.

Sensibilité au *Fusarium* et vitesse de dessiccation des Plantes

Le *Fusarium* (*Gibberella Zeae*), commun dans nos sols, est d'autant plus actif que le climat est plus chaud, et les Maïs sont plus facilement attaqués lorsqu'ils commencent à mûrir que lorsqu'ils sont en pleine végétation. Le premier symptôme d'une attaque forte est le flétrissement brutal des feuilles encore vertes, qui peut provoquer, s'il est assez précoce, un phénomène analogue à un échaudage, par arrêt prématuré de la migration de réserves : à la récolte, sur l'épi sec, les grains ne sont pas serrés les uns contre les autres. De toutes façons cette dessiccation brutale de la plante se traduit par une baisse plus rapide du taux d'humidité du grain. La verse consécutive à la pourriture des tiges vient ensuite.

Il est parfois difficile de faire la part de la sensibilité au *Fusarium* dans la précocité de « maturité » et réciproquement. En effet, la dessiccation des plantes est accélérée par le développement du *Fusarium*, mais ce développement est d'autant plus rapide que les plantes ont commencé à sécher. En somme, le *Fusarium* accentuerait les différences de vitesse de dessiccation des plantes. Les variétés dites « résistantes » sont celles dont la dessiccation est la plus lente : elles gardent leur feuillage et leur tige verts plus longtemps que les sensibles ; à partir du niveau 40 p. 100, le grain des variétés résistantes se desséchera moins vite que celui des sensibles et une attaque de *Fusarium* accentuera fortement la différence.

En somme, la sensibilité au *Fusarium* et l'attaque de *Fusarium* arrivent à être favorables si :

1° L'attaque est tardive et ne gêne pas la migration des réserves (rendement non affecté) ;

2° La récolte est faite assez tôt pour qu'il n'y ait pas encore de verse (pas de pertes, pas de complication de récolte).

Dans ces conditions, on a l'avantage de récolter des grains moins humides que ceux d'une variété résistante : seul le côté favorable de l'action du *Fusarium* s'est manifesté.

Bien entendu, on ne peut compter sur la réalisation régulière de ces conditions et il n'est pas question de sélectionner des variétés sensibles, qu'on récolterait souvent versées ; c'est chez les variétés européennes à grain corné que l'on a trouvé quelques lignées assez résistantes (FV 7 et Ep 1). Cette résistance ne dure guère au-delà de la période pendant laquelle la tige est encore verte : aucune variété ne « tient » régulièrement à un stade plus avancé.

Reçu pour publication en Mai 1958.

Résumé

Le facteur limitant l'extension de la culture du Maïs en France est le manque de chaleur, et le caractère le plus important d'une variété est sa précocité.

Dans ces conditions, on cultive des hybrides mûrissant de justesse (variétés de précocité limite), qui sont les plus productifs lorsque les conditions de milieu autres que la température sont favorables ; la meilleure mesure de la précocité est alors la Somme des Températures (comptées au-dessus d'un seuil de + 6°C) entre le semis et la maturité : la maturité est notée lorsque l'humidité du grain est descendue à 35 p. 100. Les hybrides cultivés en France ont été classés suivant ce système en se référant aux indices internationaux de précocité.

La répartition géographique des divers groupes de précocité coïncide bien avec la carte des températures moyennes de la période 1er mai-30 septembre, qui est en gros la période favorable à la végétation du Maïs en France. Quelques chiffres permettent de suivre l'évolution de la culture du Maïs dans les diverses régions depuis quelques années : on constate une extension nette dans les zones où la Somme des Températures au-dessus de + 6 °C pendant la période favorable à la végétation est supérieure en moyenne à 1 600 °C ; des Maïs de précocité 300, intermédiaires entre W 240 et W 355, mûrissent régulièrement dans ces régions.

SUMMARY

Hybrid maize in France : study of the earliness.

The factor restricting the extension of maize culture in France is the lack of warmth, the most important character of a variety being its earliness.

In these conditions, are cultivated hybrids ripening just in time (varieties of limiting earliness) which are most productive when the environmental conditions other than temperature are favourable ; the best measure of earli-

ness is then the Sum of Temperatures (counted above a starting value of + 6°C) from sowing to ripening; maturity is recorded when grain moisture has decreased to 35 %. The hybrids cultivated in France have been classified, according to this system, with reference to the international indexes of earliness.

The geographical distribution of the various groups of earliness coincides well with the plan of average temperatures during the period 1st May-30th September, which is roughly the period favourable to maize growth in France. Some figures help to follow the evolution of maize culture in the various regions, over a few years : a clear extension is noted in the zones where the Sum of Temperatures above + 6°C during the period favourable to Maize growth is superior, on an average, to 1,600°C : maize varieties showing an earliness of 300, intermediary between W. 240 and W. 355, mature uniformly in these regions.

РЕЗЮМЕ

Гибридные кукурузы во Франции.
Изучение скороспелости.

А. КОДРОН. Станция селекции Растений, Клермон-Феран.

Фактор ограничивающий распространение культуры кукурузы во Франции — недостаток тепла и самым главным характером сорта является его скороспелость. В таких условиях, употребляются гибриды едва вызревающие (сорта ограниченной скороспелости), они являются наиболее продуктивными, если условия, помимо температуры являются благоприятными; лучшая мера скороспелости есть, следовательно, сумма температур (выше порога + 6 °C) между посевом и выспеванием : спелость зерна нотируется, когда влажность его, ниже 35 %. Гибриды, культивируемые во Франции расположенны, по этой системе с референцией иностранных показателей скороспелости.

Географическое распределение, различных груп скороспелости, хорошо соответствует карте средних температур для периода 1 мая-30 сентября, который, в общем, является благоприятным периодом прорастания кукурузы во Франции. Несколько цифр позволяют следить за эволюцией культуры кукурузы в различных районах за несколько лет : констатируется явное распространение в зонах, где сумма температур, выше + 6 °C во время периода благоприятнаго для роста, превосходит, в среднем, 1600 °C. Кукурузы скороспелости 300, промежуточный между W 240 и W 355, выспевают регулярно в этих районах.

ZUSAMMENFASSUNG

Maishybriden in Frankreich : Untersuchung über die Frühreife

Der begrenzende Faktor der Ausdehnung des Maisanbaues in Frankreich ist der Wärmemangel und der wichtigste Charakter einer Sorte ist ihre Frühreife.

Unter diesen Bedingungen, baut man knapp ausreifende Hybriden (Sorten mit grenzender Frühreife) an, die am ertragreichsten sind, wenn die Umweltbedingungen, die Temperatur abgesehen, günstig sind ; die beste Bestimmung der Fruhreife besteht dann in der Temperatursumme (gemessen über dem

Grenzwert von 6°C) von der Aussaat bis zur Reife : die Reife wird durch einen Feuchtigkeitsgehalt des Kornes unterhalb von 35 % bestimmt. Die in Frankreich angebauten Hybriden wurden nach diesem System und zwar unter Berücksichtigung der internationalen Normen der Frühreife geordnet.

Die geographische Verteilung der verschiedenen Reifegruppen deckt sich mit der Karte der Mitteltemperaturen in dem Zeitabschnitt vom 1. Mai bis zum 30. September, der im grossen und ganzen die günstigste Periode für die Entwicklung des Maises in Frankreich darstellt. Einigen Zahlen erlauben es die Entwicklung des Maisanbaues in den verschiedenen Gegenden seit einigen Jahren zu überblicken : man stellt fest, dass der Maisanbau sich deutlich ausgedehnt hat in den Gegenden wo die Summe der Temperaturen über + 6°C, während der günstigen Entwicklungsperiode, durchschnittlich grösser als 1.600°C ist ; Maissorten mit einer Frühreife von 300, die also eine Mittelstellung zwischen W 240 und W 355 einnehmen, reifen regelmässig in diesen Gegenden aus.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Dessureaux (L.), Neal (N. P.) and Brink (R. A.). — Maturation in Corn. *Agronomy Journal*, **40,** 8, 733-745, 1948.

Shaw (R. H.) and Thom (H. C. S.). — On the Phenology of Field Corn, Silking to maturity. *Agronomy Journal*, **43,** 11, 541-546, 1951.

Dijkhuis (F. J.). — Computation of heat unit accumulation in Maize for practical application. *Euphytica*, **5,** 3, 267-275, 1956.

Andrew (R. H.), Ferwerda (F. P.), Strommen (A. M.). — Maturation and yield of Corn, as influenced by climate and production technique. *Agronomy Journal*, **48,** 5, 231-236, 1956.

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE ET EXPÉRIMENTALE SUR LE MITADINAGE

PAR

G. VALDEYRON
Institut National Agronomique, Paris.

et

J.-M. SEGUELA
Service Botanique et Agronomique de Tunisie.

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction et terminologie.

Mesure et importance technologique du mitadinage.

Étude bibliographique.

Nécessité de nouvelles recherches.

Résultats des essais de 1956-1957 sur blé dur.
Variations du rendement.
Variations de la structure.
Relation de la structure et de la teneur en protéines

Discussion.

Résumé et Conclusions.

Bibliographie.

INTRODUCTION ET TERMINOLOGIE

Parmi les différentes formes de blés cultivés, il en existe deux pour lesquelles la valeur commerciale est liée à la structure vitreuse de l'amande. Ce sont, d'une part, les *blés tendres* dits « *de force* », ou *hard wheats* des Nord-Américains, et, d'autre part, les *blés durs*, *Durum wheats* des Nord-Américains, parfois désignés sous le nom de *hard wheats* par les auteurs anglais.

Pour ces blés, un grain de bonne qualité doit être vitreux. S'il ne l'est pas entièrement, si sa surface extérieure ou une surface de section pré-

sentent des plages farineuses, sa valeur est réduite. On dit qu'il est mitadiné.

Le mot « mitadin » vient du vieux français « mitadenc » qui désignait un mélange de blés. Il serait donc logique de dire qu'un blé est mitadiné lorsqu'il s'agit de désigner un lot comportant un mélange de grains cornés et de grains plus ou moins farineux; il est toutefois d'usage de dire qu'un grain est « mitadin », lorsqu'il s'agit d'un grain de blé appartenant à une forme normalement cornée, mais dont la structure est mixte ou entièrement farineuse. Dans la mesure du possible, nous adopterons la terminologie suivante.

Un lot ou un grain de blé entièrement exempts d'albumen farineux seront dits *cornés* ou *vitreux*, les deux mots étant synonymes.

Un grain de blé comportant des zones farineuses et des zones cornées sera dit *panaché*.

Un grain de blé comportant un albumen entièrement *farineux* sera désigné par cet adjectif ; il paraît cependant impossible d'éviter définitivement d'employer l'adjectif *mitadiné* pour désigner ces deux dernières catégories de grains, lorsqu'il s'agit de blés de force ou de blés durs. Il serait souhaitable de s'y efforcer.

Enfin un lot de grain sera dit *mitadiné* lorsqu'il comprendra des grains de structures diverses ; comme précédemment, il est impossible de ne pas appliquer la même désignation à un lot de blé de force ou de blé dur ne comportant que des grains farineux — ce qui est, toutefois, extrêmement rare dans la pratique agricole ou commerciale. Il vaudrait mieux, en ce cas, parler de lot à grains exclusivement farineux ; c'est ce que nous chercherons à faire.

Le mot *mitadinage*, enfin, restera pour nous l'anomalie qui fait apparaître des zones farineuses dans les grains de blés, quels qu'ils soient.

La traduction italienne du mot mitadinage, généralement appliqué au seul blé dur, est *bianconatura* (3) ou *intenerimento* (10).

De Cillis (3) mentionne que, dans les Pouilles, les grains anormaux sont dits *pinti* ou *cinti* et que le phénomène s'appelle *cocevolina*; en Sicile, les grains sont dits *agliati* ; enfin, Conti, cité par le même auteur, parle de *cintatura*.

Pour désigner les grains farineux, les auteurs anglo-saxons parlent de *starchy* ou *mealy kernels* ; *yellow berry* serait plutôt la traduction de mitadinage, pour laquelle ils emploient aussi *starchiness* ou *mealiness*. « Corné » ou « vitreux » se traduit par *flinty* ou, plus rarement, par *vitreous* ou *horny*. *Piebald* traduirait bien le mot français « panaché » dans la terminologie que nous avons proposée ; on parle aussi de *semi-starch*, *semi-vitreous*, *partly starchy*, etc. (20).

La littérature allemande ne comporte, à notre connaissance, qu'un seul article important sur le mitadinage (2). Il y est parlé de « Dönme-Kör-

nern », mais il semble que ce mot corresponde à une désignation employée en Turquie, où le travail a été effectué, plutôt qu'à un mot allemand.

MESURE ET IMPORTANCE TECHNOLOGIQUE

Les nécessités commerciales aussi bien que scientifiques ont amené les spécialistes à rechercher une expression chiffrée de l'importance du mitadinage dans un lot de grains donné. Beaucoup d'auteurs paraissent se satisfaire du pourcentage de grains non entièrement cornés ; on compte alors comme « mitadiné », tout grain présentant une fraction, si minime soit-elle, d'albumen farineux, ce qui revient à donner la même importance aux grains que nous désignons par « panachés » et « farineux » (30, et, probablement 3, 10, 11, 18, 22, etc.). L'importance technologique du mitadinage paraissant liée à la proportion effective d'albumen farineux, il semble plus logique d'essayer d'apprécier celle-ci, en comptant, dans l'établissement du pourcentage, un grain panaché pour une fraction d'unité d'autant plus grande que la zone farineuse est importante par rapport à la masse totale de l'albumen. Ce que l'on apprécie de cette façon est, en général, le rapport des surfaces des deux portions, telle qu'elle apparaît par un examen extérieur du grain ou, mieux, sur une section transversale, par exemple (2, 14, 19, 20, 21, etc.). Le résultat est exprimé par un chiffre que l'on appelle en France indice NOTTIN (auteur cité par 2 et 19) et sur lequel sont basés les barèmes de réfaction (29, 31).

Il est généralement admis (3, 4, 6, 7, 11, 23, etc.) que le taux de grains vitreux varie comme la teneur en azote, laquelle est, elle-même,en relation avec la valeur industrielle. Pour le blé dur, on peut penser — et l'expérience montre — que plus le grain est vitreux et plus il a tendance à donner de la semoule à la mouture ; inversement, un grain plus ou moins atteint par le mitadinage, a tendance à s'écraser en farine, ce produit, au moins dans le cas du blé dur (gruau), étant de valeur très inférieure à celle de la semoule. Cet effet n'est pas considéré comme très important par PIGNARRE (19) ; MATWEEF (in verb.). au contraire, estime que la quantité de semoule extraite par quintal de blé s'abaisse de 1 kg au profit du gruau lorsque l'indice NOTTIN augmente de 10 points. Les différents auteurs (3, 19) s'accordent cependant, en général, pour admettre que le mitadinage abaisse la qualité des pâtes. Les barèmes de réfaction en usage en France et en Afrique du Nord (31) tendent à tenir compte des deux inconvénients. Il semble, en fait, que les bases techniques qui ont permis l'établissement de ces barèmes demandent à être revues.

Il est, en effet, normal que chaque fois que l'organisation des industries agricoles est en avance sur celle de la production, les industriels cherchent à pénaliser au maximum les défauts des produits ; il est non moins normal que l'avancement des recherches, en diminuant cet écart,

amène un caractère plus rationnel de la commercialisation. CHRISTIANSEN-WENIGER (2) cite des réfactions de 25 p. 100 du prix de base appliquées à des blés à 20 p. 100 de mitadinage en 1938 en Turquie, ce qui est manifestement exagéré ; les barèmes Nord-Africains actuels amènent une diminution de prix de l'ordre de 10 p. 100 pour un indice de 35 p. 100, ce qui paraît plus normal mais reste fort, cependant que cette diminution n'augmente plus lorsque l'indice continue à s'élever ce qui, sur le plan strictement technique, est illogique. Mais les données expérimentales précises à opposer aux partisans de ce système sont pratiquement inexistantes et le problème se complique encore du fait que le mitadinage n'est pas indépendant du poids spécifique, qui est actuellement considéré comme un critérium essentiel de la qualité, sans qu'il soit possible de faire état d'une relation, même approchée, entre les deux caractéristiques.

Pour le blé tendre, nous ne disposons guère d'éléments directs d'appréciation ; PERCIVAL (17) déclare cependant de façon formelle qu' « avec quelques exceptions » les blés de force ont des grains vitreux, ce que confirment les observations d'AAMODT et TORRIE (cités par 20).

Il arrive, lorsque la récolte a lieu par temps pluvieux, que le blé soit lavé par la pluie, et le grain prend alors parfois un aspect terne et blanchâtre qui peut faire penser au mitadinage. C'est le *lavage* ou *bleaching* des Anglo-Saxons, qui ont démontré que cet accident n'avait aucune conséquence néfaste pour la qualité du blé tendre (15), voire, au contraire, qu'il l'améliorait. Dans le cas du blé dur on ignore, faute d'études précises, la limite exacte entre les deux accidents et leurs effets respectifs sur la qualité du grain. Les barèmes actuels (31) prévoient que les grains lavés ne seront pas comptés dans le calcul de l'indice NOTTIN, mais il paraît probable que cette recommandation n'est pas toujours rigoureusement suivie.

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Nous avons dit dans un mémoire récent (26) comment nous avions été amené en 1953 à mettre à l'étude au Service Botanique et Agronomique de Tunisie le phénomène du mitadinage tel qu'il se produit en Afrique du Nord sur les blés durs. Nous avons essayé dans ce travail de faire le point de nos recherches et de nos conclusions, parfois en sortant même du cadre du phénomène étudié, mais aussi en nous limitant strictement à l'aspect nord-africain, voire tunisien de l'agronomie ; dans la mesure où c'était du mitadinage qu'il s'agissait, nous ne le considérions que chez le blé dur. A l'époque où les recherches mentionnées furent entreprises, les conclusions des travaux modernes (20) n'étaient pas publiées et certains autres éléments bibliographiques nous manquaient. L'étude approfondie que nous avons effectuée depuis sur la documentation actuellement disponible nous paraît, elle aussi, mériter une publication d'ensemble.

Elle nous amènera à généraliser certaines de nos conclusions et à considérer que, contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'étude du mitadinage risque de présenter une importance qui ne se limite pas au blé dur.

Il va sans dire que la revue de travaux présentée ci-après est très incomplète. Nous avons omis, en particulier, d'analyser divers articles d'auteurs nord-africains. Ceci tient à ce que les idées émises dans ces articles sont sensiblement celles que nous avions avant la mise en route des recherches actuelles ; ce sont, à peu près, les idées qui sont résumées dans deux des notes citées (1, 27) ayant cette origine.

Le premier en date des mémoires que nous analyserons en détail a été écrit il y a plus d'un demi-siècle ; dû à LECLERC (11), c'est le seul travail de fond que nous avons trouvé dans la littérature américaine concernant le mitadinage du blé dur. Il est curieux de constater que, par des méthodes de recherches très différentes, nous aboutissons à des conclusions analogues à celles de l'auteur. Celui-ci procède essentiellement par analyse de lots d'origines connues. Il note la relation qui existe entre la teneur en azote, le pourcentage de grains vitreux, le poids spécifique et le poids de 1 000 grains, et remarque d'autre part que les lots les plus mitadinés proviennent de régions pluvieuses ; mais, paraissant savoir de source sûre (qu'il n'indique pas) qu'à la floraison le blé a élaboré 87 p. 100 de sa matière sèche, absorbé 100 p. 100 de son azote, de son calcium et de son potassium et 74 p. 100 de son acide phosphorique, il n'en conclut pas le moins du monde à l'influence des conditions de la maturation sur la structure ; celle-ci est, pour lui, et de toute évidence, en relation avec la seule teneur en azote ; il ne peut donc pas ne pas conclure que la pluie intervient en diluant les nitrates avant la floraison ; il ajoute que, le manque de soleil réduisant la teneur en substances ternaires, la formation des substances azotées en est ralentie. L'irrigation doit évidemment agir comme la pluie et les lots provenant de cultures irriguées sont souvent mitadinés ; mais il y a des exceptions, ce qui s'interprète parfaitement dans le cadre de l'hypothèse émise, l'irrigation étant favorable au lessivage des nitrates mais ne le provoquant pas obligatoirement. L'auteur fait encore allusion à une influence favorable sur la structure d'un précédent cultural comportant des légumineuses, influence qui s'explique parfaitement dans l'hypothèse où le rôle fondamental est joué par la fertilité azotée. Comme beaucoup d'auteurs américains (8, 20), il indique que plus la période de végétation est courte, plus la teneur en azote est élevée. Enfin, LECLERC montre expérimentalement que du blé soumis aux intempéries au moment de la récolte peut présenter des grains d'aspect mitadiné, aspect qu'il interprète comme correspondant en réalité au lavage, qu'il considère comme un phénomène différent.

Comme toujours lorsqu'il s'agit de blé, on peut considérer que la lecture du chapitre que PERCIVAL (17) consacre au mitadinage fournit une

base de départ convenable pour une étude expérimentale complète du phénomène. L'auteur décrit avec précision la topographie de la répartition des zones farineuses dans les grains panachés, et des grains atteints dans l'épi. Il note la relation directe qui existe entre la structure cornée et les dimensions, le poids et la densité du grain, étudie l'aspect histologique de l'accident et indique la sensibilité relative des différentes espèces du genre *Triticum*. Il constate d'autre part que chez *T. vulgare*, qui lui apparaît comme spécialement variable en ce qui concerne la structure du grain, les variétés les plus sensibles au mitadinage sont les plus productives, les plus tardives et les mieux adaptées à la culture en milieu humide. Pour lui (d'après VOELCKER) ce sont les sols lourds qui favorisent la vitrosité, ainsi que les semis clairs. Il indique encore que les grains vitreux sont toujours les plus riches en azote, de sorte qu'il n'est pas étonné de constater expérimentalement que des applications d'engrais azotés (nitrate de soude ou sulfate d'ammonium) peuvent toujours permettre d'obtenir une vitrosité totale : c'est seulement la dose nécessaire qui est d'autant plus forte que le matériel (variété ou espèce) est sensible au mitadinage ; les engrais potassiques et phosphatés ne paraissent avoir aucun effet. La récolte avant maturité donne toujours des grains uniquement vitreux si elle est faite assez tôt (alors que le grain n'a acquis qu'environ la moitié de son poids sec définitif). Il note enfin que les blés de force tendent à avoir des grains vitreux.

CHRISTIANSEN-WENIGER et EMRE (2) donnent en 1942 le compte rendu d'un travail expérimental sérieux, effectué en Turquie, presque entièrement sur une lignée pure, 253/29. En 1938, année à mitadinage particulièrement marqué, les blés à plus de 20 p. 100 de grains farineux subirent, dans ce pays, une dévalorisation de l'ordre de 25 p. 100. Ayant remarqué le phénomène en 1932, les auteurs n'en trouvèrent aucune bibliographie explicative (ils citent seulement l'article de NOTTIN, DARAS et PIGNARRE dont ils adoptent, en principe, la méthode de détermination) et commencèrent dès 1933 des recherches en pots. Ces recherches et des enquêtes effectuées en 1936 les ont amenés à conclure que le mitadinage est favorisé par un sol lourd, par la fertilité du milieu, par des précipitations abondantes liées à des températures basses et par l'irrigation. De nouvelles expériences en pots faites en 1938 ne paraissent pas confirmer ces conclusions. Les trois sols utilisés donnent des résultats très différents et l'influence de l'eau se révèle surtout comme ayant besoin d'être précisée. Seule l'influence des fumures azotée et phosphorique ressort nettement ; les sols d'Anatolie étant bien pourvus en potassium, aucune conclusion n'est possible en ce qui concerne cet élément. Ces essais sont repris en 1939, avec deux des sols précédents, un sable et une terre forte, celle-ci recevant une dose normale d'eau dans une série, le tiers de cette dose dans une autre. Si on fait abstraction de l'élément K, qui ne paraît

pas avoir d'action nette, les formules étudiées sont, en grammes d'éléments, 1.2 P (P_2O_5), 1.2 N seul et avec 0,08, 0,16, 0,32, 0,96, 1,20 et 1,92 P et 0,6 N avec 1,2 P, soit 9 formules de fumure. Il est évident que la seule considération des chiffres de mitadinage obtenus fait penser à une action favorable de l'acide phosphorique sur la formation de grains farineux. Toutefois, en examinant ces chiffres en fonction du poids de grain récolté, on peut aboutir à une autre interprétation qui ressort de la figure 1.

Cette figure a été établie d'après les chiffres obtenus par les auteurs et permet de remarquer, en passant, la régularité exceptionnelle des résultats,

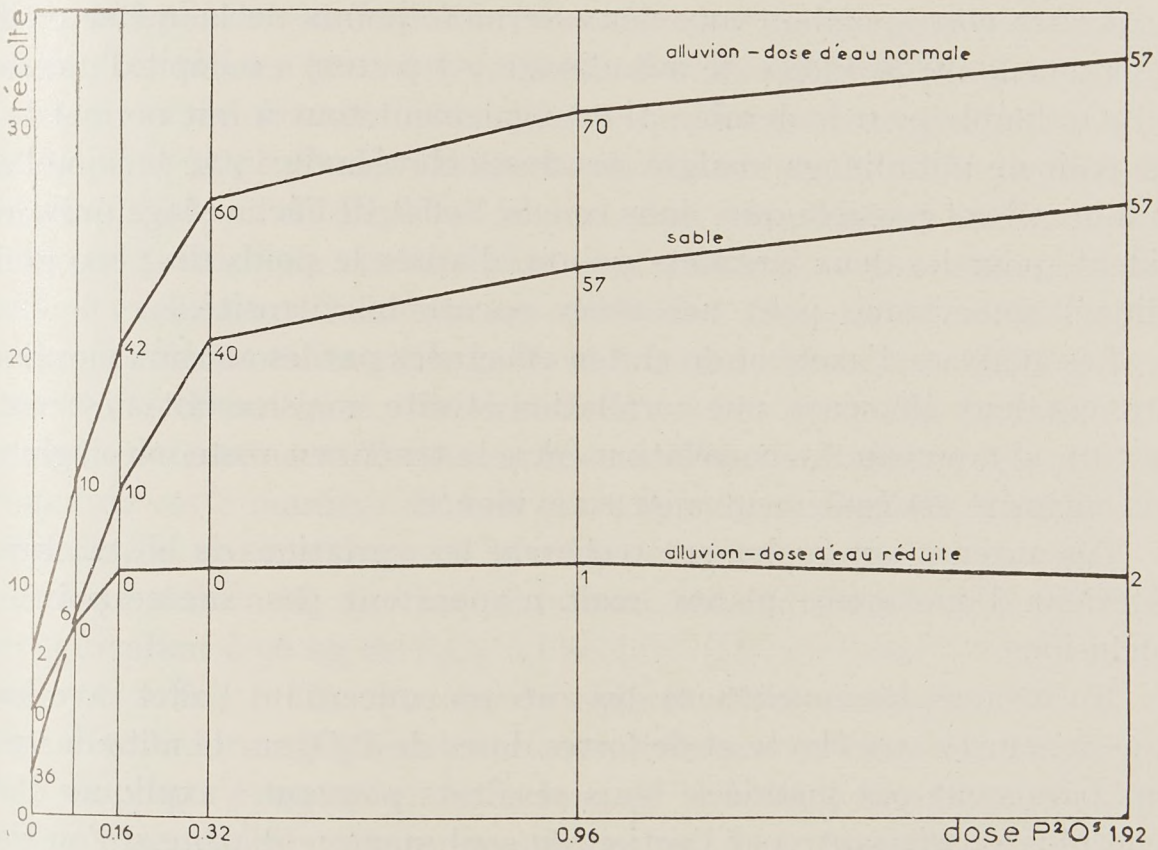


FIG. 1. — Effet de la suppression de l'azote à l'épiaison.

qui paraît suggérer une technique expérimentale de tout premier plan, pour qui connaît les difficultés de la culture en vases de végétation. Notre interprétation est qu'il s'agit de sols pauvres en P_2O_5 et en N, comme cela est souvent le cas pour les sols méditerranéens soumis à une culture prolongée sans restitution. La dose d'azote appliquée n'est pas suffisante pour l'obtention d'une récolte de grains de bonne qualité supérieure à 12 ou 15 unités. Tant qu'un autre facteur limitant (P_2O_5 ou eau) n'a pas permis de dépasser ce niveau, la qualité ne souffre pas du manque d'azote ; au-delà, le mitadinage apparaît. Il est possible que, comme pour certaines variétés que nous connaissons, la lignée utilisée soit particulièrement résistante au manque d'azote pour le rendement, ou particulièrement sensible à cette même déficience pour la qualité. Cette explication s'harmonise avec notre hypothèse, suivant laquelle le mitadinage, accident

paraissant toujours corrélatif d'une teneur insuffisante du grain en azote, ne peut provenir que d'une insuffisance de la nutrition azotée (la résistance d'une variété étant, au moins dans certains cas, la faculté d'utiliser l'azote disponible à parfaire la qualité plutôt qu'à augmenter le rendement). Elle ne justifie pas le point zéro de la courbe relative au sable, pour lequel on note 36 p. 100 de mitadinage ; mais l'explication des auteurs ne le fait pas davantage ; en fait, pour une végétation aussi manifestement déséquilibrée, et se traduisant par une récolte insignifiante, il serait imprudent de tirer argument de ce chiffre. Notre interprétation explique au contraire parfaitement ce qui paraît étonner profondément les auteurs, à savoir que les récoltes correspondant aux deux derniers points de la même courbe présentent le même indice de mitadinage (57 p. 100) en dépit d'une dose de P_2O_5 double pour le dernier. Il est également tout à fait normal de ne pas avoir de mitadinage, malgré des doses élevées de P_2O_5, lorsque l'eau manque ; il est possible que, dans ce cas, l'effet de l'échaudage (qui paraît évident, pour les deux premiers points, d'après le poids de 1 000 grains indiqué) intervienne pour accentuer encore la vitrosité.

Les analyses d'azote et de gluten effectuées par les auteurs montrent, entre ces deux éléments, une corrélation étroite, mais ce fait n'est ni surprenant, ni nouveau. La corrélation entre la teneur en azote (ou en gluten) et la vitrosité est également mise en évidence.

Les auteurs ont également recherché les variations de la structure à l'intérieur d'une même plante, mais n'apportent pas, sur ce point, de conclusions.

En résumé, les conclusions des auteurs concernant l'effet favorisant d'une teneur en eau élevée et de fortes doses de P_2O_5 sur le mitadinage ne nous paraissent pas justifiées, leurs résultats pouvant s'expliquer d'une façon plus satisfaisante par l'action du seul manque d'azote si l'on tient compte de l'interdépendance du mitadinage et du rendement. Leurs remarques sur l'action de la potasse, qui donnerait une plus grande variabilité de la structure et sur l'importance directe des conditions climatiques ne paraissent pas fondées sur une évidence expérimentale suffisante.

Il n'en reste pas moins que l'action de l'azote ressort bien des résultats de ce travail. Il est étonnant que les auteurs n'en aient pas tiré des conclusions plus nettes sur l'importance de la fertilité azotée dans le milieu étudié. Ils paraissent rejeter l'emploi des engrais azotés pour des raisons techniques qui ne nous semblent pas valables, compte tenu des remarques ci-dessus, et pour des raisons économiques ; ces dernières seraient sans doute excellentes si le mitadinage était seul en cause ; mais nous pensons avoir montré (26) que lorsque le mitadinage s'élève à un niveau commercialement important, il traduit une déficience de l'alimentation azotée beaucoup plus dangereuse par l'abaissement de rendement qu'elle entraîne. Quant à la solution variétale, préconisée comme conclusion à ce travail,

elle est valable dans la mesure où l'objectif commun à tous les sélectionneurs de blé — durs ou tendres — doit être la recherche de blés cornés, ce qui nous paraît certain. Mais ceci élargit considérablement le problème.

Le travail de De Cillis (3) constitue une mise au point sur le mitadinage qu'il est impossible d'ignorer. Il a le très grand mérite d'attirer l'attention sur les inconvénients technologiques de l'accident et de signaler, en particulier, que le rendement en pâtes alimentaires en est diminué cependant que les produits résistent moins à la cuisson, laissant davantage d'extrait dans l'eau.

De ses observations statistiques, souvent précises, l'auteur conclut qu'il n'existe pas de corrélation inverse entre le mitadinage et l'échaudage, les deux phénomènes pouvant voisiner ; il remarque évidemment que les grains vitreux contiennent plus d'azote que les grains farineux et examine de façon approfondie l'influence sur la structure de la position du grain dans l'épi, ou de l'épi sur le pied. Par d'ingénieuses déductions, il aboutit, en partant de ces résultats, à la conclusion que, sans qu'il soit possible d'exclure une influence favorable de l'alimentation azotée sur la vitrosité, les éléments nutritifs gardent une importance très faible devant les conditions climatiques ; l'humidité du sol lors de la maturation, jouerait un rôle déterminant. Toutefois, le seul élément expérimental apporté à l'appui de cette manière de voir est une culture en pots, comportant deux séries de quatre vases de 100 kg de terre ; dans chaque série, se trouvent un témoin (I) un vase où la terre est additionnée d'une dose de super équivalant à 90 kg de P_2O_5 à l'hectare (II), un autre avec la même formule et 20 kg à l'ha d'azote du sulfate d'ammoniaque (III) et un dernier avec la formule précédente complétée par 30 kg à l'ha d'azote du nitrate de chaux épandus en trois fois, de la levée à l'épiaison (IV) ; la première série (A) est maintenue à 60 p. 100 de la capacité de rétention d'eau, la seconde (B) à 60 p. 100 jusqu'à l'épiaison, à 30 p . 100 de l'épiaison à la fin de la floraison, à 20 p. 100 ensuite ; les résultats sont les suivants :

	I	II	III	IV
A	77,4	79,3	82,6	48,6
B	0	6,1	0	0

L'indice de mitadinage utilisé par l'auteur paraît être le pourcentage de grains atteints et non, comme l'indice Nottin, une indication de la proportion totale de matière farineuse ; ceci peut masquer en partie l'effet des épandages tardifs d'azote. Le blé utilisé, le *Real forte*, paraît d'autre part faire partie des blés durs ressemblant un peu aux poulards. Mais surtout, en l'absence de renseignements sur la récolte obtenue dans chaque pot, il est impossible de savoir si la terre utilisée est, ou non, carencée en N et en P_2O_5, et, par conséquent, si les résultats ci-dessus ne s'ex-

pliquent pas par une hypothèse analogue à celle que nous avons utilisée à propos de l'expérience de CHRISTIANSEN-WENIGER et EMRE. On peut parfaitement imaginer, en particulier, que la faible teneur en eau à l'époque de la maturation de la terre de la série B a entraîné sinon de l'échaudage (qui d'ailleurs n'exclut pas obligatoirement le mitadinage, comme le fait remarquer l'auteur), du moins une réduction de récolte telle que l'azote présent dans le sol suffit à rendre cette récolte vitreuse (BI) alors qu'il n'y suffit pas pour la quantité de grain plus forte récoltée avec une teneur en eau normale (AI). L'adjonction de P_2O_5, si cet élément est plus limitant encore que l'eau, permet à la récolte de dépasser le seuil d'apparition du mitadinage (B II), ce seuil étant relevé par une fumure azotée (B III et B IV).

A notre connaissance et à notre avis, la plus moderne, à tous égards, des mises au point concernant le mitadinage a été publiée en 1954 par SALLANS et SIMMONDS (20). Il s'agit essentiellement du blé tendre, mais la portée de ce travail nous paraît générale. On lui trouve les caractéristiques souvent rencontrées dans les études agronomiques nord-américaines : expériences simples, bien disposées et rigoureusement analysées, interprétation logique, bibliographie soigneuse, non critique, et strictement limitée aux publications de langue anglaise d'origine locale.

Les résultats se rapportent :

à des analyses d'échantillons ;

à une expérience factorielle (64 pots de 4 kg de terre environ) faisant intervenir l'humidité (45 et 60 p. 100 de la capacité de rétention du sol), la fumure azotée (0 et 0,75 g de nitrate de soude) et phosphorique (0 et 0,5 g de phosphate monopotassique — la terre ne réagit pas à la potasse), l'état sanitaire (présence et absence d'un inoculum de *Pythium arrhenomanes* Dreschl.) et quatre répétitions ;

à une expérience de rotations (en pots) allant jusqu'à dix cultures continues de blé dans la même terre ;

à une expérience factorielle (48 pots) faisant intervenir 6 variétés, le lessivage d'azote (avec et sans un double lessivage par 5 litres d'eau au stade six feuilles et à la montaison) et quatre répétitions.

L'ensemble des résultats montre qu'il existe une corrélation étroite entre le rendement et le mitadinage, sauf lorsque le facteur variable est l'azote : l'épuisement de la terre en nitrate, par culture continue ou par lessivage, indique très nettement que le mitadinage est dû à une carence azotée susceptible, au-delà d'un certain niveau, d'affecter gravement la récolte. Il s'ensuit que tous les autres résultats peuvent être interprétés comme nous l'avons fait pour l'expérience de CHRISTIANSEN-WENIGER et EMRE (2), dont les résultats se superposent exactement, d'ailleurs, à l'effet d'interaction azote-phosphate obtenu ici : l'augmentation du mitadinage associée à une élévation de la fertilité phosphatée, à l'allongement de la période de maturation, à l'augmentation de l'humidité du sol, etc.,

« peut toujours s'expliquer par le fait qu'une augmentation de rendement a eu lieu sans qu'en même temps une fourniture suffisante d'azote ait permis de maintenir le niveau de protéines dans le grain » ; inversement, des facteurs défavorables tels que l'abaissement de l'humidité ou l'infection par un champignon peuvent réduire le rendement de telle façon que les nitrates disponibles suffisent à élever le taux de protéines au-dessus du niveau où se produit l'accident.

Les auteurs distinguent encore entre lavage et mitadinage. Ils admettent comme évidemment acquise, d'après les travaux antérieurs, la forte corrélation inverse existant entre le taux de protéines et le mitadinage vrai (à l'exclusion du lavage).

Naturellement, il existe une sensibilité variétale, d'ailleurs accentuée par l'interaction mitadinage-rendement ; dans la dernière expérience, les six variétés étudiées ont un taux moyen de grains farineux (apprécié suivant un système analogue à celui de l'indice NOTTIN) allant de 7 à 75 ; si, par un artifice d'interprétation statistique, on maintient constants le rendement et l'époque de maturité, tous deux en corrélation étroite avec le mitadinage, l'écart diminue, les limites devenant 15 et 70 ; mais le classement reste sensiblement le même.

La conclusion des auteurs est que « le mitadinage paraît justiciable, d'une part, de l'utilisation des variétés les plus résistantes, et d'autre part, de l'usage des engrais azotés ou de tous moyens de conserver la fertilité azotée, tels que la culture des légumineuses ». C'est exactement le point de vue que nous développons depuis les résultats de nos premiers essais de 1954 (23, 24, 25).

Il convient d'ailleurs de remarquer que divers auteurs américains avaient, depuis longtemps déjà, compris que le mitadinage des blés (durs ou tendres) devait être considéré comme traduisant une déficience de la fertilité azotée susceptible de se produire pour les terres soumises à un régime d'exploitation trop intensif en l'absence de restitution organique. Une telle évolution de la fertilité se produit en particulier dans les sols des régions semi-arides où l'on pratique le système dit du dry-farming (1). Depuis les récents essais d'extension de la culture du blé dur dans le midi méditerranéen français, diverses expériences ont montré l'influence de la fumure azotée sur l'abaissement du mitadinage (13, 14).

NÉCESSITÉ DE NOUVELLES RECHERCHES

Après cette étude bibliographique, et plus particulièrement celle du dernier travail, il pourrait sembler que la question du mitadinage est épui-

(1) Les travaux de YANKOVITCH en Tunisie ont mis en évidence dans les sols argilo-calcaires du Nord de ce pays cultivés en céréales en assolement biennal (blé — jachère cultivée) un appauvrissement en réserves azotées se produisant parfois après quelques années seulement d'exploitation.

sée et que, nos essais nous ayant amené à partager entièrement l'opinion de SALLANS et SIMMONDS, il suffit d'attirer l'attention sur leurs expériences et de laisser les agriculteurs suivre leurs conclusions. Ceci ne serait pas justifié pour plusieurs raisons.

En tout premier lieu, nous devons nous poser la question de savoir s'il y a vraiment intérêt à cultiver des variétés de blé dur résistant au mitadinage. Nous avons dit (25, 26) que, puisqu'il est manifeste que le mitadinage se produit par suite d'une carence azotée, on peut le considérer comme un symptôme plutôt que comme un mal : lorsqu'il apparaît, c'est que le niveau de fertilité azotée est insuffisant pour une récolte normale ; le manque à gagner subi par l'agriculteur du fait des réfactions pour une qualité insuffisante est alors généralement insignifiant devant celui qu'entraîne la perte de rendement. Employer des variétés résistantes reviendrait donc à masquer le symptôme, attitude évidemment contre-indiquée. La situation se complique par le fait que les variétés les plus productives sont actuellement les plus sensibles au mitadinage, à tel point qu'elles ne sont cultivées que dans les régions où cet accident est peu à craindre. Il reste donc, semble-t-il, un travail approfondi à effectuer pour déterminer si l'utilisation de variétés résistantes permet ou non l'obtention de rendements élevés. Tout se passe, nous l'avons indiqué (21, 26), comme si une variété résistante était celle qui peut amener la composition du grain au niveau azoté optimum, au besoin aux dépens de la quantité de grain produite ; inversement une variété sensible réagit d'abord à la fertilité azotée en élevant sa production quantitative et ne donne des grains vitreux que dans la mesure où cette production a atteint un certain plafond. C'est en ce sens, en particulier, que l'on peut affirmer, nous semble-t-il, que le blé dur est plus résistant au mitadinage que le blé tendre. Naturellement, ceci demande à être confirmé ; les études nécessaires ne peuvent que contribuer à résoudre le problème posé : existe-t-il vraiment un remède variétal au mitadinage ?

Notons que la solution ne manquera pas d'être intéressante en matière de blés tendres de qualité ; nous avons déjà dit que AAMODT et TORRIE (cités par SALLANS et SIMMONDS, 20) estiment que la structure du grain est un criterium possible de la qualité des blés tendres. Nous aurons probablement l'occasion d'y revenir.

Parmi les études qui peuvent nous apporter des éléments de solution figure celle de la relation entre le mitadinage et la teneur en protéines. Cette relation, nous le verrons, n'est pas simple. Pour l'étudier, il est indispensable de disposer d'une gamme d'échantillons présentant tous les degrés de mitadinage. Or, jusqu'à présent, les travaux que nous avons consultés ne font que rarement état de taux dépassant 60 à 70 p. 100 de matière farineuse dans l'échantillon (indice NOTTIN) ; on ne sait pas ce qui se passe pour les valeurs plus élevées, ce qui risque, nous le verrons, de

conduire à des interprétations erronées du phénomène. Il est important de maîtriser totalement les conditions dans lesquelles se produit le mitadinage.

Cette importance devient tout à fait primordiale si nous cherchons à obtenir des lignées résistantes. La méthode par laquelle SALLANS et SIMMONDS (20) mettent en évidence des différences de sensibilité ne peut s'appliquer qu'à l'étude de variétés présumées homogènes pour la caractéristique étudiée. Nous avons actuellement des raisons de penser que cette homogénéité n'est pas toujours réalisée. Or, étudier et juger des variétés en disjonction pour la sensibilité, présente, s'il s'agit de recommander ou de déconseiller une variété nouvelle, par exemple, des inconvénients sur lesquels il est inutile d'insister ; le plus évident est que le milieu d'introduction peut faire évoluer la caractéristique en quelques générations. Même si nous avons des raisons de penser que nous travaillons sur des lignées pures, l'obligation de n'apprécier la résistance que sur une masse d'individus nous interdit d'en saisir le déterminisme génétique ; la sélection individuelle devient longue et compliquée ; l'utilisation de la technique du back-cross n'est plus possible.

L'objectif est donc de pouvoir déterminer la résistance génotypique d'un individu donné, alors qu'il s'agit d'une propriété extrêmement fluctuante. Seule, l'analyse de cette propriété au cours du développement peut, nous pensons le montrer, permettre cette détermination. A cet égard, la littérature disponible paraît très insuffisante. Seul LECLERC (11) a nettement indiqué qu'en matière de mitadinage, « les jeux sont faits » à la floraison (SALLANS et SIMMONDS (20) parlent d'une période « post florale » pour le moins mal définie). C'est bien à cette conclusion que nous arrivons, et il faut en déduire que l'analyse ne peut se faire que si l'expérimentateur intervient pendant cette phase de sensibilité, ce qui suppose d'abord qu'il la détermine avec précision.

Naturellement, et comme nous l'avons déjà indiqué, il n'est pas exclu que le mitadinage admette d'autres causes que la carence en azote ; nous avons dit qu'il est, en particulier, connu et bien démontré (PERCIVAL, 17) que la récolte précoce permet d'obtenir une vitrosité totale chez des grains qui auraient été manifestement farineux s'ils avaient été récoltés à maturité totale ; mais il s'agit là, au moins dans les expériences précises que l'on peut citer, de grains échaudés, d'un poids très inférieur à la normale ; la teneur en azote y dépasse (et souvent de beaucoup) la teneur normale du grain vitreux, par défaut de substances ternaires, peut-on penser. Quant à l'intervention directe du climat, de l'humidité de l'air ou du sol, au moment de la maturation en particulier, pour rendre farineux un grain qui, sans cette intervention, aurait été vitreux, elle est, les cas de lavage étant exclus, aussi difficile à nier qu'à démontrer. En tout état de cause, la démonstration ne nous en paraît pas avoir été faite de façon définitive, bien que de nombreux auteurs en aient fait état (1, 3, 10, 16, 18, 27).

Il reste donc beaucoup de travail à faire. La seule étude des rapports entre la nutrition azotée et la structure du grain suffit à motiver un programme très complet de recherches et c'est à ce programme que nous pensons nous attacher. Au cours de l'année 1956-57, l'installation de cultures en bacs du Service Botanique et Agronomique de Tunisie (portée à 300 unités) a fonctionné en tenant compte des enseignements des précédentes campagnes. Nous ne dirons rien ici de ces enseignements, pas plus que nous ne décrirons l'installation en question et les méthodes générales utilisées, puisque ces divers points ont été développés dans notre précédente publication (26). Les méthodes d'étude que nous avons employées n'ont guère varié ; toutefois, les déterminations du mitadinage ont été effectuées directement, sans passer par la photographie des plaques du farinotome, et les diverses observations ont été faites non sur les récoltes de chaque bac en mélange comme l'année précédente, mais plante par plante [1].

Nous ne reviendrons pas non plus sur les résultats précédemment obtenus. Valables dans leur ensemble dans le cadre de l'interprétation, très large, que nous en avons donnée, ces résultats sont, dans le détail, critiquables. Notre méthode consiste essentiellement, en effet, à modifier les conditions de nutrition à un stade défini de la végétation de la plante, la suppression de l'azote de la solution nutritive étant la plus fréquente des modifications utilisées. Malheureusement, le passage d'une formule à une autre est assez difficile à réaliser nettement, à cause des effets d'absorption exercés par le milieu de culture. Des imperfections opératoires ont accentué les erreurs résultant de cette situation au cours des trois premières années d'études. Les résultats obtenus en 1956-57 sont encore loin d'être parfaits, à cet égard ; cependant, la technique d'arrosage a été améliorée et ceci permet de distinguer nettement le comportement des variétés sensibles et des variétés résistantes, ce qui était impossible jusqu'à présent. Il semble que les chiffres que nous donnons ci-dessous sont aussi fidèles que le permet le procédé actuel, qui admet la culture de huit plantes dans le même bac. Un simple coup d'œil sur le cahier d'analyse montre que ni la récolte, ni la structure du grain des huit plantes d'un même bac ne peuvent généralement être considérées comme homogènes ; or le matériel végétal utilisé provient de lignées isolées deux ou trois ans avant l'essai dans des variétés déjà connues, certainement bien fixées, au moins pour quelques-unes d'entre elles. L'hétérogénéité résulte donc manifestement de fluctuations (dans le démarrage de la végétation surtout, probablement) qui se traduisent par les positions plus ou moins favorisées des plantes d'un même bac dans la compétition qui s'établit entre elles au moment le plus

(1) Les plantes ont été récoltées et battues au SBAT ; la récolte de chaque plante a été pesée et mise en sachet. L'ensemble a été envoyé à l'Institut National Agronomique en septembre et octobre 1957 pour exécution des comptages, analyses au farinotome et dosages de l'azote.

important de la végétation. L'époque du changement de milieu étant déterminée par l'apparition des épis sur les plus avancées des huit plantes, il se peut fort bien que, pour certains bacs, cette époque soit très éloignée de la moyenne, ce qui accentue encore la variabilité des résultats. Ces inconvénients ne pourront être éliminés que par la culture de plantes isolées. Toutefois, les bacs actuels pourront servir pour certaines observations (étude de la résistance des lignées en sélection).

RÉSULTATS DES ESSAIS DE 1956-57 SUR BLÉ DUR

Les variétés utilisées étaient :

1) *D 24-Sindyouk* × *Mahmoudi 870.* Variété tunisienne assez sensible.
2) *D 77-Mahmoudi* × *Kokini.* Variété tunisienne très sensible.
3) *D 117-Mahmoudi* × *M'Rari 118.* Variété tunisienne résistante.
4) *Bidi 17.* Variété algérienne résistante.
5) *Chili 931.* Variété tunisienne de résistance variable.
6) *Zenati* × *Bouteille.* Variété algérienne résistante.
7) *Hazria.* Variété palestinienne sensible.

La solution type utilisée avait la composition suivante :

Sulfate de magnésie	0,15 g/l
Nitrate d'ammoniaque	0,21 g/l
Superphosphate à 45 p. 100 de P_2O_5	0,10 g/l
Sulfate de potasse	0,36 g/l
Sulfate de manganèse	5×10^{-4} g/l
Sulfate de cuivre	5×10^{-5} g/l
Sulfate de zinc	5×10^{-5} g/l
Sulfate de fer	12×10^{-4} g/l
Acide borique	7×10^{-4} g/l

L'expérience comportait 42 séries de 7 bacs (un par variété) et une série de 6 bacs seulement (la variété Hazria y manquait). Les 40 premières séries étaient groupées par 5 ; dans chaque groupe, un type de modification intervenait :

à l'épiaison pour la première série,
5 jours après l'épiaison pour la deuxième,
10 jours après l'épiaison pour la troisième,
15 jours après l'épiaison pour la quatrième,
20 jours après l'épiaison pour la cinquième.

Les divers types de modifications sont donnés dans le tableau suivant :

Séries n°	Avant modification	Après modification
1 à 5	Demi-dose d'azote	Pas d'azote
6 à 10	Solution type	Pas d'azote, pas d'acide phosphorique
11 à 15	Solution type	Pas d'acide phosphorique
16 à 20	Solution type	Pas d'azote
21 à 25	Dose double d'acide phosphorique	Pas d'azote, dose double de P_2O_5
26 à 30	Dose quintuple d'acide phosphorique	Pas d'azote, dose quintuple de P_2O_5
31 à 35	Le dixième de la dose d'azote	Solution type
36 à 40	Le cinquième de la dose d'azote	Solution type

Pour les trois dernières séries, l'alimentation était constamment normale, mais les barbes ont été supprimées aux ciseaux à l'épiaison, à la fin de la floraison et à la fin de la croissance du grain. Disons immédiatement que ces traitements n'ont eu aucune influence ni sur le rendement, ni sur la structure, laquelle est, à peu près uniformément, cornée pour toutes les plantes, avec peut-être une légère tendance au mitadinage pour le premier traitement sur le D 77 (variété 2, très sensible). En fait, nous considérerons cette tentative d'intervenir sur le mitadinage autrement que par des variations précoces de composition de la solution nutritive comme un échec ; il en a été de même, rappelons-le, pour les essais précédents, aussi bien pour l'ablation des barbes que pour la culture à l'ombre ou l'aspersion d'eau au cours de la maturation (26).

En ce qui concerne les autres séries, nous devons encore signaler, avant d'aller plus loin, que nous n'avons pas davantage fait varier le rendement ou la structure par la suppression de l'acide phosphorique (séries 11 à 15) ; il serait peut-être imprudent d'en conclure que la plante n'a plus besoin d'acide phosphorique après l'épiaison, car il n'est pas sûr du tout que cet élément ait été convenablement éliminé du milieu au moment de la modification. En tout état de cause, aucune autre conclusion ne peut être tirée de ces cinq séries d'essais (dont les résultats ont cependant été utilisés pour l'étude de la relation entre la teneur en azote et le mitadinage).

Les autres variations que nous avons tenté de faire subir à l'alimentation phosphorique (suppression en même temps que suppression de l'azote pour les séries 6 à 10, dose constamment double pour les séries 21 à 25, dose constamment quintuple pour les séries 26 à 30) n'ont apporté aucune modification notable ; en fait, les résultats n'ont pas été statistiquement analysés, mais une telle analyse, d'ailleurs difficile à faire, nous a paru inutile après la simple étude des moyennes, et nous avons simplement considéré les groupes 6 à 10, 16 à 20, 21 à 25, et 26 à 30 comme se répétant les uns les autres. L'absence d'influence de la dose d'acide phosphorique sur la structure (lorsque l'azote ne limite pas le rendement) confirme d'ailleurs ce que nous a appris l'étude bibliographique et les résultats des essais 1955-56 (26).

Pour chaque plante, ont été déterminés :

Le poids des grains produits ;

Le nombre de grains produits ;

Le poids moyen du grain (d'après ces deux chiffres) ;

L'indice Nottin (sur la totalité de la récolte lorsque celle-ci comportait 50 grains ou moins, sur 50 grains pour une récolte de 51 à 99 grains, sur 100 grains au-delà) ;

La teneur en protéine (sur les plantes ayant donné 100 grains au moins ; l'analyse était pratiquée sur les grains coupés au farinotome ; les

échantillons coupés provenant des plantes d'un même bac ayant donné moins de 100 grains, étaient mélangés en vue d'une analyse dont le résultat servait à calculer le taux moyen pour le bac, après correction d'après les résultats donnés par les plantes analysées individuellement).

Ces différents éléments ont été récapitulés par bac, puis, pour les quatre groupes de séries se répétant, par groupe de 4 bacs.

Ceci a supposé, en dehors des pesées, comptages et calculs, 2 400 déterminations au farinotome (dont environ la moitié en double) et quelque 1 100 déterminations de la teneur en protéine (soit 2 à 3 000 analyses, effectuées suivant la méthode Kjeldahl, modifiée par Matweef, 12).

1. Résultats concernant les variations du rendement.

Les rendements individuels obtenus par pesée des récoltes des plantes présentent des fluctuations considérables. Les groupements par bacs atténuent ces fluctuations ; il reste difficile d'interpréter les différences que présentent, à cet égard, les sept variétés étudiées ; dans l'ensemble, les variétés résistantes au mitadinage (*Bidi 17*, *Zenati* × *Bouteille* et *D 117*) paraissent donner les chiffres les plus faibles, ce qui est conforme au « modèle » proposé précédemment pour la compréhension de la résistance. Les chiffres obtenus en prenant, pour chaque date de modification, la moyenne de toutes les variétés permettent de dresser un graphique du rendement qui paraît rendre la totalité des informations pouvant être retirée de cette partie de l'expérience. Ce graphique est présenté à la figure 2 ; la courbe 1 représente le rendement moyen des 7 variétés en fonction de la date de suppression de l'azote pour une dose préalablement normale (moyenne des bacs B_1 à B_7 des séries S_6 à S_{10} et S_{16} à S_{30}) ; la courbe 2, le même chiffre pour une dose moitié (moyenne des bacs B_1 à B_7 des séries S_1 à S_5) ; la courbe 3, le rendement en fonction de la date du remplacement d'une solution carencée en azote (un dixième de la dose normale) par la solution type (moyenne des bacs B_1 à B_7 des séries S_{31} à S_{35}). Les séries correspondant à une carence moins accentuée (un cinquième de la dose normale) ont donné des résultats sensiblement identiques à ceux représentés par la courbe 3, ce qui est d'ailleurs assez significatif ; ces résultats ne figurent pas sur le graphique.

Il ne nous a pas été possible jusqu'ici de trouver une interprétation simple de ce résultat dans son ensemble. Quelques remarques doivent être cependant faites sur certains détails.

Tout d'abord, il convient de souligner que les courbes obtenues en partant d'une part des poids, de l'autre des nombres de grains récoltés ont rigoureusement la même allure. Le rendement est donc déterminé par le nombre de grains. Effectivement, le poids moyen du grain varie

très peu (sauf pour les séries 34, 35, 39 et 40 pour lesquelles il s'abaisse d'un cinquième environ).

Considérons maintenant la courbe 3. Le premier point correspond à la série S 31 pour laquelle le rendement a été de l'ordre du maximum obtenu (environ 37 g/bac, soit, rapporté à l'ha, 60 quintaux ; c'est un chiffre normal pour une culture en bac). Jusque là (épiaison), la dose d'azote est de 1/10 de celle qui permet, appliquée continuellement, d'obtenir le même rendement ; c'est, ensuite, cette dernière dose. C'est donc que, jusqu'à l'épiaison, la première dose suffit à la plante pour obtenir ce rendement, que nous qualifions de normal. (Il est de l'ordre de ceux

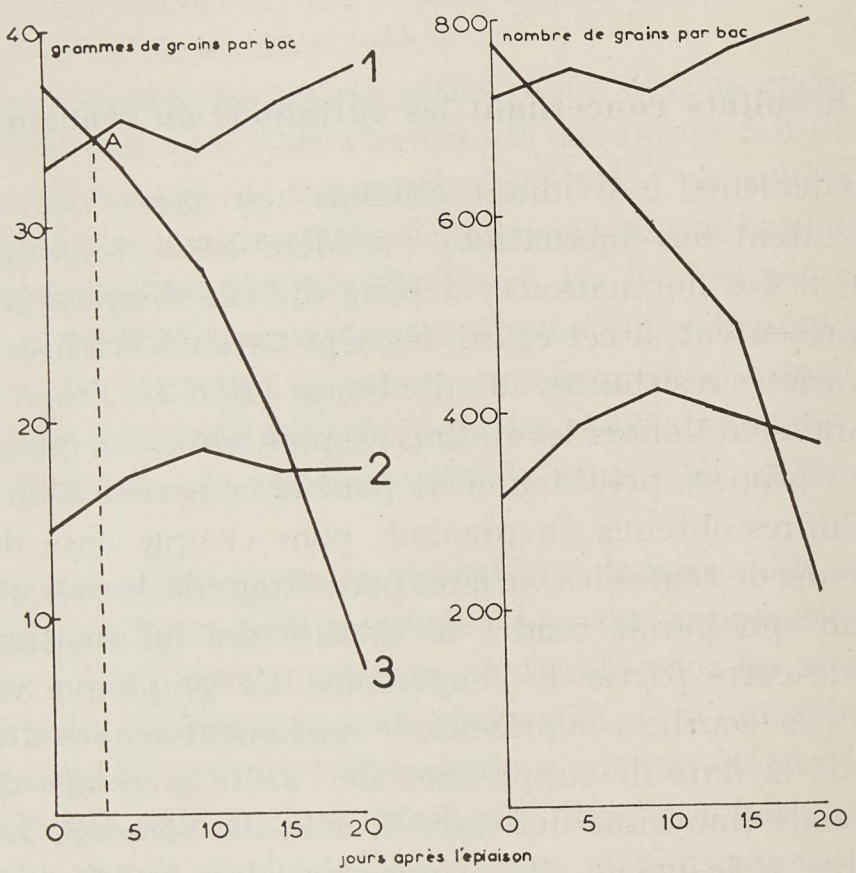


FIG. 2. — Récolte moyenne, en fonction de la date de la modification de l'alimentation en azote.

obtenus par Yankovitch (28) dans son installation du Service Botanique et Agronomique de Tunisie).

Ainsi, le nombre de grains (et de grains normaux) susceptibles d'être mûris dans des conditions normales d'alimentation est déterminé à l'épiaison, et une dose très faible d'azote y suffit, jusque là. Cinq jours après probablement (à ce niveau, les différences ne paraissent pas encore très significatives), dix jours après à coup sûr, il n'est plus temps : l'azote a manqué gravement, et aussi bien pour 1/5 que pour 1/10 de la dose normale.

Ceci nous permet de comprendre que des champs nettement carencés en azote au moment du tallage ou de la montaison (présentant un jaunissement intense dû au lessivage, par exemple), soient susceptibles de

donner d'excellentes récoltes, comme la remarque en a souvent été faite dans les climats méditerranéens, où la nitrification est rapide et intense au printemps.

Nous devons conclure, de l'examen de ce résultat, que les phénomènes que met en jeu la nutrition azotée s'accélèrent considérablement dans les jours qui suivent l'épiaison. Si nous admettons avec LECLERC (11) que la plante a absorbé tout son azote à la floraison, nous arrivons à cette notion que le métabolisme azoté admet une phase particulièrement intense entre ces deux périodes, et que toutes les caractéristiques reliées à ce métabolisme se déterminent au cours du même laps de temps ; il en est ainsi de la récolte et de sa qualité. Ceci ne veut pas dire, le moins du monde, que la récolte et sa qualité ne peuvent plus subir ensuite de détériorations, mais permet d'affirmer qu'elles ne pourront pas être supérieures à un niveau maximum qui est, dès lors, déterminé.

Accessoirement, on peut penser que la culture dans un sol agricole, milieu où les modifications de fertilité, même pour l'élément très mobile qu'est l'azote, sont fortement ralenties et, en tout cas, difficilement contrôlables, est peu favorable à l'étude expérimentale du développement de la plante de céréale en fonction du statut de cet élément : l'utilisation de milieux artificiels est obligatoire. Le protocole expérimental que nous avons adopté est, à cet égard, très insuffisant : les fluctuations qui se produisent dès le début de la végétation dans la vitesse de croissance des plantes d'un même bac les placent dans des conditions très différentes de compétition au moment où tout le volume du milieu devient prospecté par les racines ; il s'ensuit une très forte variabilité des résultats. Ces différences se traduisent, d'autre part, dans le rythme de végétation des plantes individuelles ; or, le moment de la modification du milieu étant commandé par le stade du développement des plantes les plus précoces, les suites de l'intervention ne sont pas les mêmes pour ces plantes et pour les autres, ce qui introduit de nouvelles difficultés d'interprétation. Il devient donc évident qu'une étude plus poussée des phénomènes envisagés demande d'opérer sur des plantes isolées.

Une autre remarque importante peut être faite, à propos de l'étude des rendements moyens. Considérons le point A où la courbe 3 coupe la courbe 1. L'abscisse de ce point est d'environ trois jours après l'épiaison et l'ordonnée correspondante, de 35 g pour la courbe 1, de 16 g pour la courbe 2. Nous pouvons donc imaginer trois séries de bacs pour lesquelles la modification de la solution nutritive serait intervenue à ce moment, suivant le schéma et avec les résultats suivants (ce tableau anticipant sur les observations que nous donnerons plus bas concernant la structure).

Série	Dose d'azote		Rendement	Structure
	Avant la modification	Après la modification		
1	Normale	Nulle	35	Variable suivant la résistance au mitadinage de la variété
2	1/2	Nulle	16	Id., mais plus farineuse dans l'ensemble
3	1/10	Normale	35	Uniformément cornée ou presque

La dose 1/10 avant modification en 3 a eu le même résultat sur la détermination du rendement final que la dose normale en 1. Sachant que le résultat obtenu en 3 ne l'a été que grâce à l'application d'une dose normale après modification, nous devons admettre que l'application de la même dose en 1 avant modification (ici, suppression) a eu le même effet, sur le rendement du moins : car les grains de la série 3 ont manifestement bénéficié d'une alimentation « à refus », ce qui se traduit par une structure fortement cornée, alors que la structure très variable des grains de 1 montre que l'azote était suffisant pour le rendement, mais non pour la structure, les variétés faisant preuve, vis-à-vis de cette insuffisance, de leur plasticité génotypique propre. On ne peut donc guère échapper à la conclusion qu'une partie importante de l'azote fourni à la plante avant la modification en 1 a été stockée pour servir au grain ensuite. Les différences de rendement (et de structure) constatées entre 1 et 2 donnent une idée de cette importance, puisqu'aussi bien il y aurait eu, en 2, plus qu'assez avec une demi-dose d'azote pour fournir une récolte normale (de grains cornés) s'il y avait eu, au moment de la modification, apport de la dose-type et non suppression totale.

Répétons que nous ne pouvons pas donner d'interprétation complète et simple de ces résultats. Ceci tient peut-être à ce que nous n'avons pas trouvé de « modèle » satisfaisant permettant de les expliquer, ou au fait que le protocole expérimental n'est pas convenable. On peut le regretter car il serait hautement souhaitable (nous pensons le montrer) de préciser les relations entre le rendement et la structure et des expériences de cet ordre pourraient nous y aider. En ce qui concerne notre objectif immédiat qui est, rappelons-le, l'élaboration d'un test de résistance au mitadinage, la compréhension exacte de ces relations permettrait non seulement d'opérer à coup sûr mais même de prévoir la mesure dans laquelle la recherche est possible. Nous sommes malheureusement très loin de ce stade et nous allons voir que les résultats, pourtant non négligeables, obtenus jusqu'ici, ne nous conduisent encore qu'à des méthodes assez empiriques d'étude de la résistance au mitadinage.

2. Résultats concernant les variations de la structure.

Comme nous l'avons déjà dit, nous n'avons obtenu du mitadinage en proportion importante que dans les groupes de séries où l'azote était

supprimé de la solution à l'une des 5 époques considérées. Ces cinq époques ont été choisies entre l'épiaison et la floraison, sachant d'après les essais antérieurs (23, 26) que les suppressions pratiquées aux environs de ces stades paraissaient agir de façons différentes suivant la sensibilité variétale ; le problème était de préciser éventuellement le moment où cette action différentielle est la plus nette.

La figure 3 donne les résultats des séries 6 à 10 et 16 à 30 que nous considérons comme 4 répétitions de 5 traitements (suppression totale de l'azote de la solution type à l'épiaison, 5, 10, 15 et 20 jours après). Chaque colonne représente une variété, donc 4 bacs, soit 32 plantes, dont le mitadinage a été déterminé séparément. On a éliminé les plantes pour lesquelles le poids du grain était de 10 p. 100 inférieur à la moyenne de la variété (47, 42, 35, 43, 44, 45 et 42 g pour 1 000 grains ,respectivement, pour les variétés 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7 de la liste), ainsi que celles ayant donné moins de 50 grains. De 50 à 100 grains, la détermination est faite sur 50 grains et le résultat indiqué par un trait court, partageant la colonne selon la proportion de grains mitadinés. Pour 100 grains ou plus, on utilisait 100 grains pour la détermination et le chiffre obtenu est traduit par un trait plus long sur le graphique. Ce dernier n'ayant que deux dimensions, il était difficile de faire ressortir un chiffre se répétant plusieurs fois ; on a alors modifié légèrement les valeurs du mitadinage, en utilisant des emplacements très voisins par demi-unité du pourcentage. Ceci fausse légèrement l'apparence d'ensemble pour les variétés résistantes et les derniers traitements. Ainsi, dans la dernière colonne à droite, les 20 résultats se répartissaient non entre 0 et 10, comme l'indique la figure, mais entre 0 et 4. Pour chaque traitement les variétés sont rangées dans l'ordre 2, 7, 1, 5, 6, 4, 3, qui est celui de la sensibilité décroissante au mitadinage, d'après l'ensemble des résultats actuellement disponibles.

Il est inutile de commenter longuement cette figure. Si l'on considère que le *Chili*, bien que plus résistant que le *D 77*, par exemple, est tout de même nettement plus sensible que les variétés algériennes ou que le *D 117*, on est immédiatement amené à admettre que le deuxième traitement et lui seul permet de différencier, à coup sûr ou presque, une plante sensible d'une plante résistante. On peut penser que dans de meilleures conditions expérimentales (plantes séparées), la différenciation serait encore plus nette. Il n'est sans doute pas sans intérêt de remarquer que l'époque de la modification qui permet ainsi le mieux de caractériser la sensibilité est la plus rapprochée du point A de la figure 3 pour lequel il y a équivalence de rendement entre les formules « suppression d'azote » et « remplacement d'une dose très faible par une dose normale », cependant que la première conduit à des grains plus ou moins mitadinés suivant la variété et que la seconde exclut à peu près complètement tout

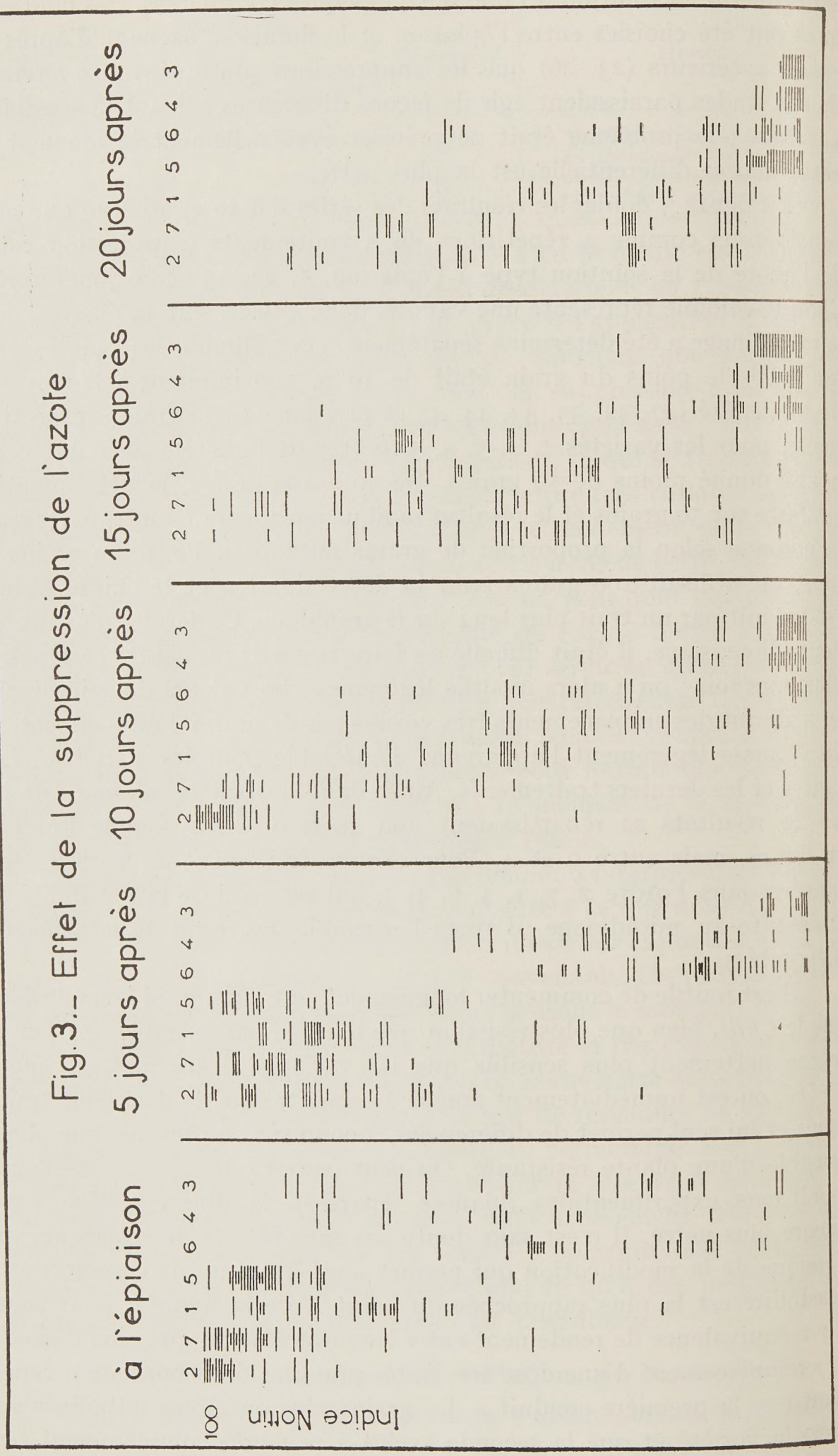


Fig. 3.- Effet de la suppression de l'azote
à l'épiaison
5 jours après
10 jours après
15 jours après
20 jours après
2 7 1 5 6 4 3
Indice Nottin 100

mitadinage. Là encore, toutefois, il ne nous paraît pas possible de donner une interprétation des résultats observés.

Nous avons déjà vu que, pour les séries 1 à 5 (demi-dose d'azote avant la suppression), l'évolution du mitadinage était analogue à celle observée pour les quatre groupes de séries précédents (dose-type avant la suppression), les chiffres restant toutefois nettement supérieurs. Ceci interdit d'utiliser les résultats pour juger de la sensibilité, les variétés résistantes restant toujours trop nettement mitadinées pour se différencier régulièrement des variétés sensibles.

3. Relation entre la structure et la teneur en protéines.

Les observations que nous avons rapportées antérieurement montrent que la teneur en protéines tend à s'accroître avec la proportion de grains vitreux. Toutefois, la rareté relative des échantillons fortement mitadinés obscurcissait l'allure de la relation entre les deux caractéristiques. L'analyse plante par plante a permis de mettre nettement en évidence, au moins pour les variétés les plus sensibles, le fait que la courbe traduisant cette relation est une sigmoïde. La fonction correspondante se rapproche donc de l'intégrale de Gauss. Il nous a paru logique, pour étudier le groupement des points, d'effectuer, le long de l'axe de coordonnées représentant la proportion de grains vitreux, la transformation $1 - (\sqrt{t})^3$, t étant l'indice Nottin.

La teneur en protéines, en effet, est en relation avec la proportion de matière farineuse. Nous admettons d'abord que cette matière intervient par son volume. Il devient alors légitime de porter en ordonnées la proportion v de grains cornés, complément à l'unité de la proportion de grains farineux, en supposant encore la matière farineuse concentrée dans ces derniers. Or l'indice Nottin, t, est une indication du rapport de la surface de section farineuse à la surface totale, le chiffre obtenu étant une moyenne pour les différents grains examinés. Si on suppose enfin que chaque grain est un solide de forme constante, comportant une fraction farineuse de forme semblable, située toujours de la même façon, l'ensemble étant coupé suivant un plan de symétrie (sphères concentriques coupées diamétralement, par exemple), la proportion de matière farineuse dans un grain (donc dans la masse totale) est $(\sqrt{t})^3$, et v vaut non pas $1 - t$, mais $1 - (\sqrt{t})^3$.

Les points se groupent alors de façon très satisfaisante et s'alignent très nettement si le graphique est fait sur papier gausso-arithmétique.

L'étude mathématique de ces groupements n'est pas faite, car elle demande des moyens de calcul dont nous n'avons pu disposer jusqu'ici. Un point important serait de préciser les valeurs de la teneur en protéine au point 0,5 (50 p. 100 de grains cornés dans le modèle proposé) pour

les différentes variétés, et d'examiner dans quelle mesure ces valeurs sont significativement différentes ; la comparaison de ces valeurs et de celles que l'on pourrait déduire des observations des années précédentes serait également du plus haut intérêt. Enfin l'existence d'une relation gaussienne entre la teneur en protéine et la structure pose un problème d'interprétation qui n'est pas non plus résolu. Tout se passe en effet (dans la mesure où notre modèle peut être accepté) comme si un grain devenait vitreux au-delà d'un certain seuil de teneur en protéine, comme un insecte meurt au-delà d'une certaine dose de produit toxique, ce qui ne peut manquer d'avoir une signification physiologique ; mais cette signification nous échappe actuellement.

La figure 4 donne les résultats d'analyses relatifs à la variété 2 (*D 77 Mahmoudi* × *Kokini*), la plus sensible au mitadinage. Elle indique le degré de précision de l'expérience. Il paraît légitime d'évaluer à 10 p. 100, d'après ce graphique, la teneur en protéines correspondant au point 0,5 de la courbe $1 - (\sqrt{t})^3$. Le même procédé, appliqué aux autres variétés, a donné les résultats suivants :

Chili : 9,5 p. 100.
Hazria : 9,2 p. 100.
Bidi 17 : 9,2 p. 100.
D 117 Mahmoudi × *M'Rari 117* : 9,0 p. 100.
D 24 Sinkyouk × *Mahmoudi 870* : 8,5 p. 100.
Zenati Bouteille : 8, 5 p. 100.

Avec une exception pour le *Sindyouk* × *Mahmoudi*, la teneur en protéine paraît varier comme la sensibilité. Ainsi, le grain d'une variété serait d'autant plus riche en protéine, à structure analogue, que la variété est sensible. Ceci reviendrait à dire qu'une variété est sensible s'il faut à son grain beaucoup d'azote pour être corné, ce qui donnerait du poids à la conception déjà développée (25, 26) du mitadinage servant de réactif au manque de fertilité azotée. La portée agronomique de cette remarque ne pourra être précisée que lorsque nous saurons laquelle des deux caractéristiques, structure ou teneur en protéines, présente la corrélation la plus étroite avec la valeur technologique.

Une conclusion immédiatement valable de cette étude est que le point 0,5 est le plus favorable à la caractérisation de la teneur en protéines du grain de blé dur. On peut même penser que cette remarque pourrait servir de base à une méthode d'étude de cette teneur considérée comme une propriété génotypique. En tout état de cause, la figure 4 montre la stabilité du chiffre ainsi obtenu, qui, pour une variété, ne s'écarte guère de la moyenne de plus de $^1/_2$ p. 100, alors que l'ensemble des chiffres trouvés va de 7 ou 8 à plus de 20 p. 100 (plus de 30 p. 100 pour les analyses de la récolte 1956).

Ajoutons que la relation gaussienne trouvée entre la structure et

la teneur en protéine fait prévoir qu'une fraction d'endosperme de structure donnée (vitreuse ou farineuse) n'a pas une composition fixe : sa teneur en protéine varie avec celle du grain tout entier, et avec celle de

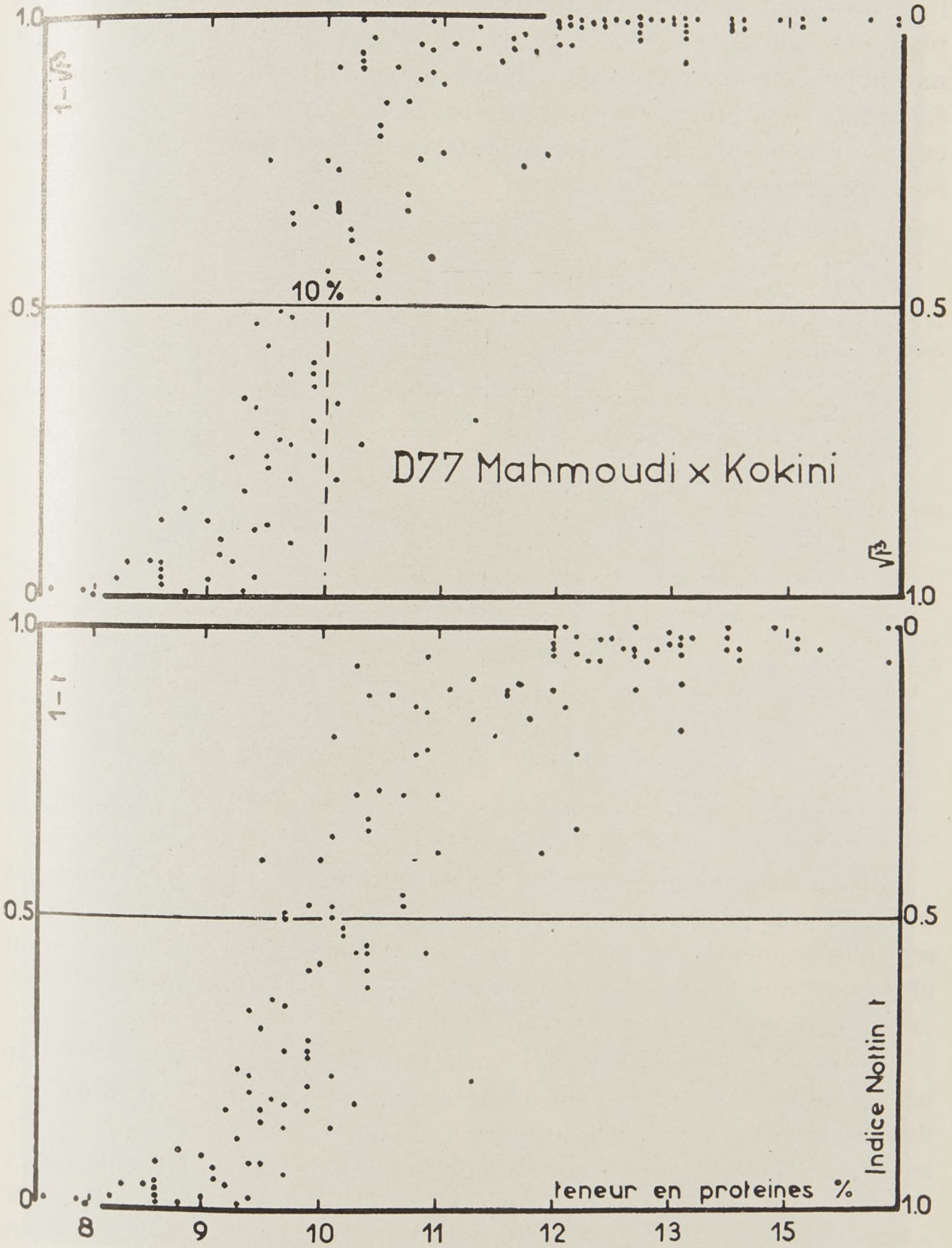


FIG. 4. — Importance du mitadinage en fonction de la teneur en protéines.

la récolte de la plante à laquelle il appartient. Il s'ensuit que, par exemple, un grain entièrement farineux d'une plante à 80 p. 100 de mitadinage sera moins riche qu'un grain farineux d'une plante à 20 p. 100. Faute

de l'étude micro-analytique que ceci justifierait, nous avons vérifié cette dernière conséquence : nous avons mélangé, à la fin des essais, les récoltes des différentes plantes de chaque variété, en les groupant en trois lots, l'un provenant de plantes mitadinées à moins de 30 p. 100, le second des plantes présentant de 30 à 69 p. 100 de mitadin, le troisième des plantes mitadinées à 70 p. 100 ou plus. Dans chaque lot, nous avons prélevé un échantillon de grains entièrement cornés, un autre de grains panachés et un troisième de grains entièrement farineux. Les résultats figurent dans le tableau suivant :

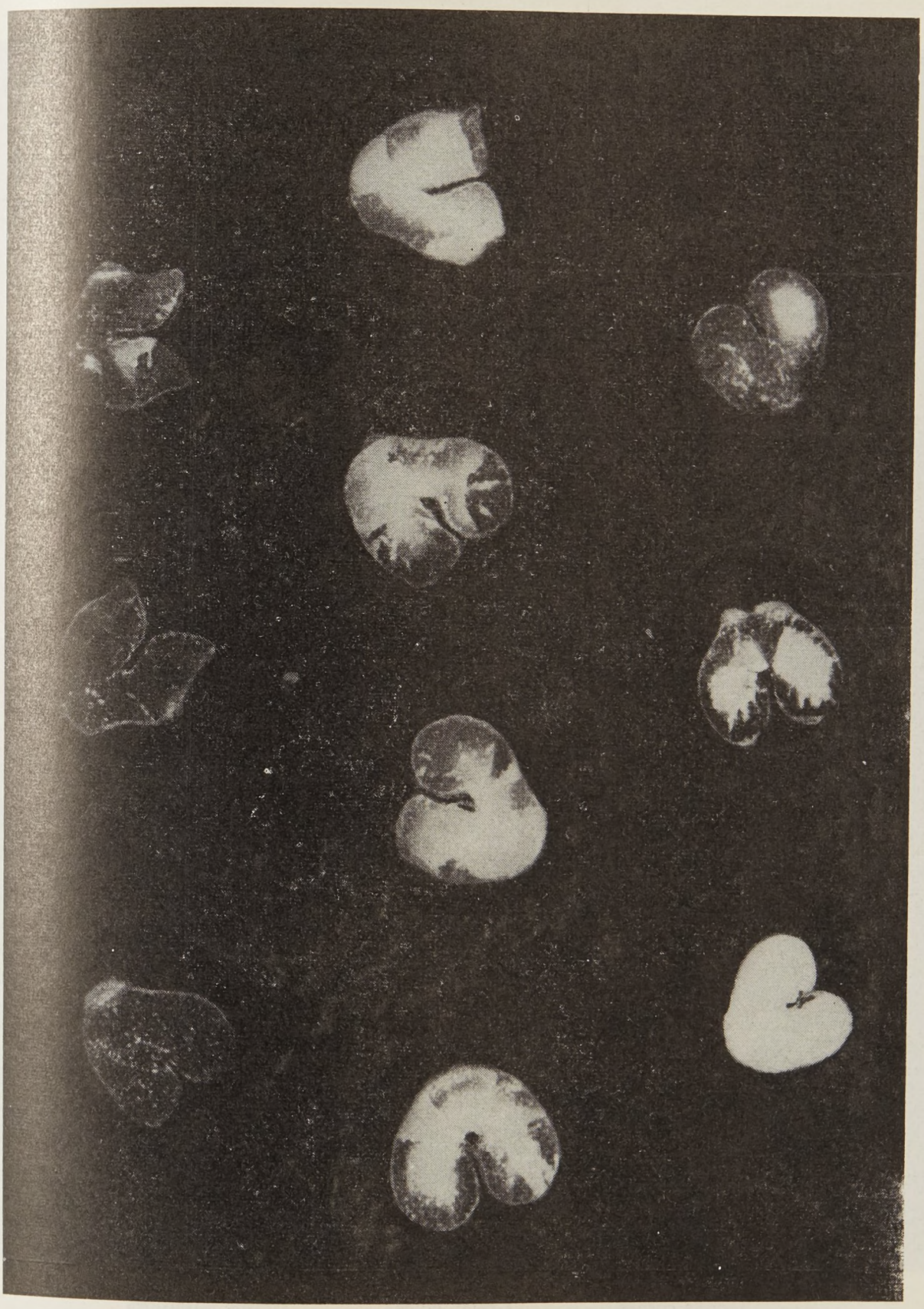
Grains provenant du mélange des récoltes des plantes d'indice	Variétés						
	2	7	1	5	6	4	3
égal ou supérieur à 70 % :							
teneur en protéïnes des grains							
farineux	9,0	9,1	7,8	8,8	—	8,6	9,1
panachés	10,2	9,3	8,6	10,2	—	—	—
vitreux	10,5	9,7	—	10,2	—	—	
(poids de 1 000 grains)	(48)	(49)	(54)	(51)			
allant de 30 à 69 % :							
teneur en protéïnes des grains							
farineux	9,5	8,9	8,7	9,4	9,3	9,4	9,6
panachés	10,9	9,8	9 6	10,4	*9,1*	10,4	10,4
vitreux	10,7	10,4	10,5	11,1	*10,1*	11,2	11,5
(poids de 1 000grains)	(48)	(52)	(56)				
égal ou inférieur à 29 % :							
teneur en protéïnes des grains							
farineux	10,3	—	9,3	10,2	*9,0*	10,1	10,8
panachés	10,9	10,5	10,2	10,8	*10,0*	10,3	11,3
vitreux	11,6		11,7	12,4	*11,2*	13,1	13,0
(poids de 1 000 grains)	(50)	(53)	(56)	(55)	(55)	(51)	(46)

(Les cases vides correspondent à des lots trop peu importants pour permettre la détermination).

Ce tableau donne également les variations du poids de 1 000 grains en fonction de la structure. On vérifie (au moins dans le cas des variétés sensibles), qu'en l'absence d'échaudage, le poids du grain est d'autant plus élevé que la structure est cornée, ce qui est conforme aux résultats donnés par PERCIVAL (17).

Comme précédemment, les variétés sont classées dans ce tableau par ordre décroissant de sensibilité au mitadinage. On remarque que, dans tous les cas, (avec une exception, d'ailleurs aberrante d'autre part), les chiffres de la teneur en azote sont minimum pour la variété 6 (*Zenati* × *Bouteille*) qui se classe comme résistante et n'en est pas moins considérée comme de mauvaise valeur industrielle (ERROUX, in verb). Il peut être intéressant d'indiquer à ce sujet que le *Zenati* × *Bouteille* est, comme le *D 77 Mahmoudi* × *Kokini* et le *D 24 Sinkyouk* × *Mahmoudi 870*, un blé dur précoce et que sa résistance au mitadinage était le fait qui nous avait fait renoncer à penser que les variétés précoces sont plus sensibles que les variétés tardives.

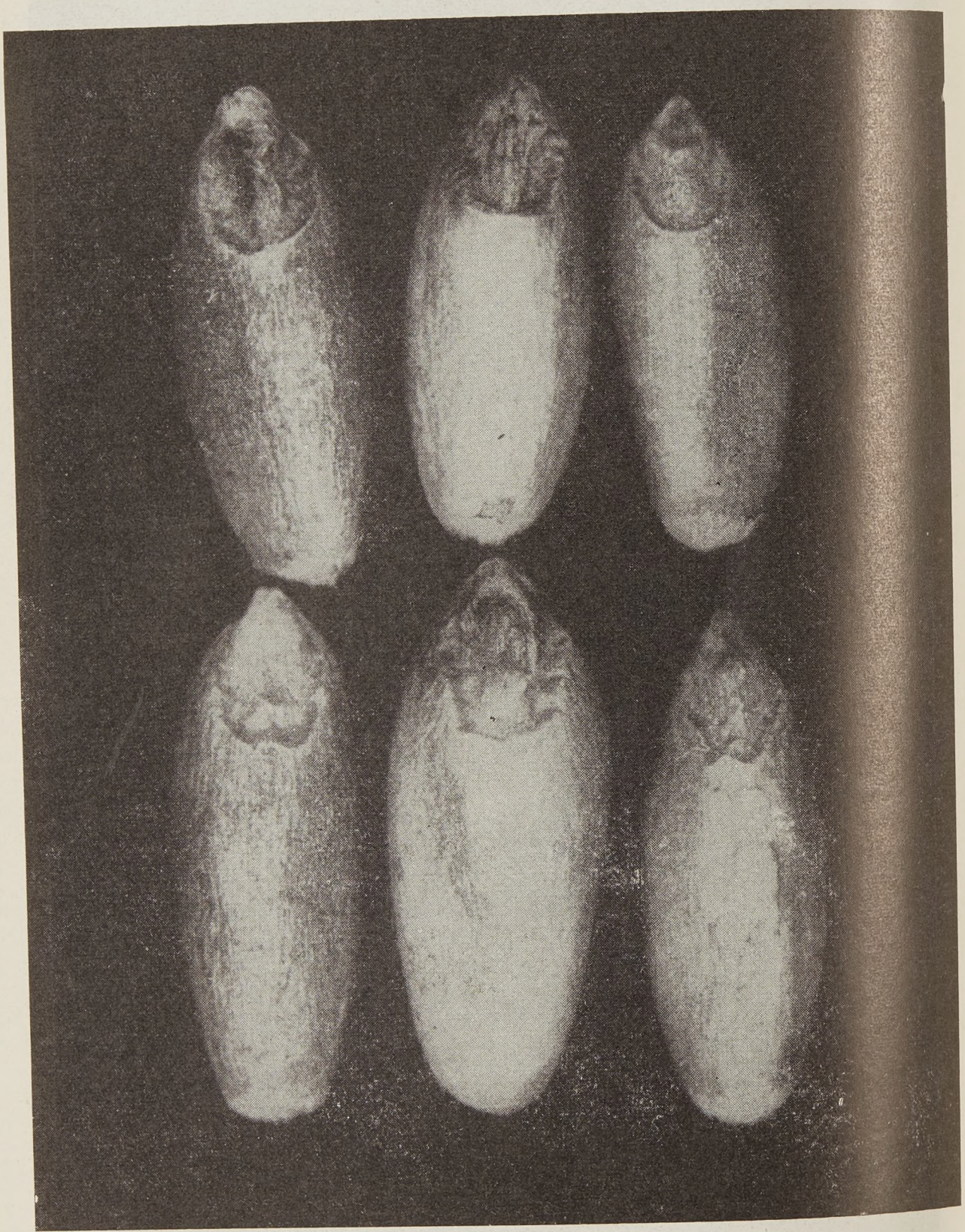
PLANCHE I



Grains cornés Grains lavés Grains mitadinés

provenant d'une même culture (voir texte à « Discussion »)

PLANCHE II



Grains cornés Grains lavés Grains mitadinés

des lots ayant fourni les sections de la planche I

DISCUSSION

Nous pensons, avec Coïc [1] (4), qu'il faut exclure de l'étude de l'influence des conditions de la végétation sur la structure les modifications de cette dernière susceptibles de se produire lors des dernières phases de la maturation du grain. Il est tout à fait évident que l'interruption précoce de la migration des réserves ternaires au cours de ces dernières phases se traduit par une structure fortement cornée ; c'est ce qui se passe lorsque le grain est récolté avant maturité (Percival, 17). Il y a alors échaudage. Mais il ne serait pas logique d'affirmer, pour autant, que le grain est mitadiné s'il n'est pas échaudé et inversement ; c'est pourtant ce qu'ont fait, semble-t-il, les auteurs qui ont insisté sur l'effet (évident), sur la structure, de l'alimentation en eau de la plante à la fin de la végétation. Il ne serait pas davantage logique d'affirmer que le rendement ne dépend que des phénomènes météorologiques se produisant dans le mois qui précède la moisson, encore qu'il soit également évident qu'une chute de grêle au cours de cette période puisse influencer le résultat final au moins autant qu'une fertilité insuffisante. Il faut, nous semble-t-il, prendre la précaution, lorsque l'on étudie la structure, de préciser que cette étude ne peut porter que sur un grain de poids normal, le poids d'un grain corné normal étant même supérieur à celui d'un grain mitadiné.

Nous savons encore fort bien que l'aspect du grain mûr peut être modifié et rendu analogue à celui du grain mitadiné, par le contact avec l'eau ; l'expérience est facile à faire et a été réalisée, en particulier par Simmonds (cité par Sallans and Simmonds, 20), mais une telle modification n'altère vraisemblablement pas la teneur en protéine du produit sec de la mouture du grain ; en tout état de cause, nous ignorons totalement son importance technologique et, même si l'intérieur de l'amande du grain prend alors un aspect plus ou moins farineux, cet aspect ne doit pas faire considérer le grain comme mitadiné ; il est d'ailleurs, semble-t-il, assez facile à distinguer de celui qui correspond au mitadinage véritable.

La planche I donne l'aspect intérieur (les différences d'aspect extérieur sont très difficiles à faire ressortir sur une photographie en blanc et noir) de grains cornés, lavés et mitadinés. Les seconds diffèrent visi-

[1] Les travaux de Coïc cités dans ce travail sont loin de représenter la totalité des publications de cet auteur ayant une importance pour le sujet qui nous occupe. C'est ainsi que, dans diverses conférences et, plus particulièrement, dans l'une d'entre elles : « Influence résultant de l'utilisation d'engrais naturels et chimiques sur la valeur hygiénique et sur la qualité des produits » (Côme, mai 1957, publié par la Revue Internationale de la Potasse et par La Pomme de Terre Française), il exprime, concernant la qualité du grain de blé en liaison avec sa teneur en azote, des idées assez proches de celles exposées ici à propos du mitadinage. Nous saisissons cette occasion de remercier M. Coïc pour l'aide qu'il a bien voulu nous apporter au cours de l'élaboration de ce mémoire.

blement des derniers en ce qu'il n'y a pas, chez eux, de limite nette entre la portion paraissant farineuse et la portion cornée. Les grains lavés proviennent d'un échantillon de *Chili* récolté à *El Akhouat* (Tunisie) après une pluie. Les grains cornés et les grains mitadinés sont tirés d'un échantillon du même blé, ayant poussé dans le même champ, mais récoltés avant la pluie. Nous avons trié des grains non mitadinés des deux échantillons et y avons dosé l'azote ; les résultats obtenus (13,7 p. 100 pour les grains lavés, 13,4 p. 100 pour les grains normaux) ne sont pas significativement différents. Une telle observation ne prendrait évidemment toute sa valeur que si les deux échantillons avaient fait l'objet d'études technologiques complètes (moutures et fabrication et appréciation des pâtes).

En réalité, il doit exister diverses autres raisons de modification de la structure. PERCIVAL (17) indique, par exemple, que le fait de couper une lame d'albumen mince au microtome lui donne immédiatement un aspect farineux. Nous savons peu de choses sur ce que nous appelons ici la structure, sur ses relations avec les caractéristiques physico-chimiques du grain comme avec les propriétés industrielles des produits. Il serait peut-être bon, avant toute nouvelle discussion, de limiter le sujet par une définition et de dire que nous ne jugerons du mitadinage qu'en appréciant la fraction farineuse de l'albumen du grain de blé non échaudé, et dans la mesure où nous avons des raisons de penser que la structure de cette fraction est en relation avec une composition chimique et des propriétés technologiques particulières. La première partie de cette limitation du sujet (absence d'échaudage) nous paraît parfaitement légitime pour des raisons évidentes ; la seconde comportera une part d'arbitraire, tant que des recherches précises sur les rapports entre composition chimique, valeur industrielle et structure n'auront pas donné suffisamment d'éléments d'appréciation. Il n'est pas moins arbitraire, en l'absence de tels éléments, d'assimiler à tous points de vue un grain qui doit sa structure farineuse à une nutrition azotée insuffisante, qui retentit d'ailleurs sur sa composition, à un autre dont l'apparence, plus ou moins grossièrement analogue, provient d'un contact, même fugace, avec l'eau, contact dont on ignore s'il a ou non modifié les propriétés technologiques ou autres de l'albumen.

Il faut remarquer à ce sujet que, dans l'état actuel des choses, le dommage immédiat subi par l'agriculteur du fait du mitadinage du blé dur correspond aux réfactions pratiquées par le stockeur. Celui-ci subit normalement les mêmes réfactions de la part de l'industriel semoulier auquel il livre le grain. Pour le semoulier, à ce prix d'achat inférieur, devrait correspondre une certaine fraction correspondante de gruau en plus, de valeur toujours beaucoup plus faible que celle de la semoule. Enfin, le fabricant de pâtes payant moins cher une semoule de moins bonne qualité devrait vendre moins cher un produit final de valeur corres-

pondante. En réalité, du fait du jeu des mélanges et des coupages (sans parler de manipulations plus ou moins normales) pratiqués à ces divers échelons, le prix payé par le consommateur pour les pâtes est toujours le même, et en tout cas indépendant de la qualité du produit de départ. Il en résulte que stockeur, semoulier (surtout, semble-t-il) et pâteux ont intérêt à ce que ce produit subisse le maximum de réfactions. Comme, vi-à-vis de ces différents intermédiaires, l'agriculteur est très mal armé pour apprécier la qualité du grain qu'il produit, nous pouvons nous attendre à ce que cette appréciation soit toujours aussi défavorable que le permettent les besoins de la propagande des différentes parties prenantes et, en particulier, à ce que soit considéré comme correspondant à un défaut pénalisable n'importe quelle anomalie de l'aspect du grain, et ceci, le cas échéant, en l'absence de toute donnée expérimentale sur l'importance technologique de cette anomalie. Ceci doit nous rendre prudents lorsque nous attribuons au mitadinage les conséquences du lavage, par exemple. Nous avons d'ailleurs déjà signalé que, dans le cas du blé tendre, divers auteurs, Australiens en particulier (15), ont montré que si le lavage avait une influence, celle-ci ne pouvait être que favorable ; or ces mêmes auteurs font remarquer que les agréeurs, pour des raisons commerciales, avaient tendance à confondre plus ou moins volontairement l'aspect du grain lavé et du grain farineux.

Limité comme nous le proposons, le mitadinage redevient ce qu'il est pour nous depuis le dépouillement de nos premières expériences en bacs de 1953-54 : un accident lié à une insuffisance de la nutrition azotée intervenue au cours de la végétation.

Qu'une susceptibilité variétale à cet accident existe est un fait qui résulte de l'observation courante du comportement des différentes variétés en milieu mitadinant. Il serait cependant simpliste de penser que la solution consiste à cultiver les variétés résistantes à l'exclusion des autres, le *Bidi 17* donnant, en moyenne et à conditions de verse égales, 10 à 20 p. 100 de moins que le *Chili* en rendement, ce qui compense largement la différence de qualité sur le plan financier. Il serait également simpliste de penser qu'un programme d'hybridation entre variétés résistantes et sensibles permettrait, dès maintenant, de choisir, dans la disjonction, les lignées combinant les qualités des parents ; sur de petites quantités de grain, les fluctuations restent beaucoup trop fortes, en l'absence de précautions expérimentales particulières, pour permettre la mise en évidence des caractéristiques génotypiques.

Mais, d'autre part, nous ignorons si parmi les conditions physiologiques d'un rendement élevé, il n'en existe pas qui s'opposent à l'obtention d'une structure fortement cornée. Le *Chili* et le *Mahmoudi 981* ont été sélectionnés en Tunisie, dans des conditions de milieu rarement mitadinantes. Ils auraient probablement été éliminés des pépinières algé-

riennes d'où sont sortis *Oued Zenati* et *Bidi 17*. Ceux-ci n'auraient pas été admis dans la phase moderne de sélection en Tunisie parce que trop peu productifs. Il n'y a rien là qui puisse nous faire penser à un antagonisme physiologique entre qualité et quantité ; mais rien non plus qui puisse nous faire penser que cet antagonisme n'existe pas.

Nos premières expériences nous ont amené à cette conception que tout se passait comme si une variété résistante au mitadinage, tel que nous l'avons défini, était une variété qui, placée devant une alimentation azotée limitée à un certain stade de son développement, réagissait en utilisant d'abord l'azote disponible à perfectionner la structure du grain (étant bien entendu que le processus auquel ce perfectionnement sera dû s'amorce bien avant la maturation, peut-être même avant la fécondation), et inversement. Nous avons vu qu'il n'est pas sûr que, au moins dans certains cas, un deuxième modèle d'action n'intervienne, tout se passant cette fois comme si la variété la plus résistante était celle qui est capable de former le grain le plus vitreux avec le moins d'azote ; notons en passant que ceci introduirait une difficulté supplémentaire, puisqu'il resterait à savoir si la structure traduit plus ou moins fidèlement la valeur technologique que la teneur en azote ; aurons-nous davantage de semoule de meilleure qualité, ou une farine plus forte, à égalité de teneur en azote, mais à structure moins farineuse du grain, ou est-ce la teneur en matière azotée qui (toutes choses égales d'ailleurs, évidemment, et en particulier en ce qui concerne la nature des protéines mises en jeu) détermine la valeur industrielle, quelle que soit la structure ?

Les différences relativement faibles que nous avons trouvées pour la teneur en matière azotée au point 0,5 (structure mi-cornée — mi-farineuse) nous font penser que ce deuxième modèle a moins d'inportance que le premier. Pour en revenir à celui-ci, sa validité n'excluerait pas que la résistance est précisément liée au stade auquel, le rendement rendu possible par l'alimentation azotée antérieure étant déterminé, l'azote est désormais utilisé pour l'amélioration de la structure (et de la valeur technologique).

Il n'est pas possible de discuter ici en détail des différences qui apparaissent entre nos résultats et ceux de Coic. Dans nos expériences, le blé s'alimente aux dépens d'une solution de composition à peu près constante, alors que Coic fournit à la plante des quantités d'azote déterminées, qui s'épuisent au fur et à mesure de leur absorption, d'une façon probablement plus semblable à ce qui se produit effectivement dans les champs. Pour lui, il est hors de doute que, contrairement à ce que pensait Leclerc (11), l'absorption de l'azote n'est pas terminée à la floraison et que si elle se ralentit à ce moment-là, c'est que la plante ne trouve plus d'azote dans le sol (Coic, in verb.) ; certains de ses résultats (6) semblent bien confirmer ce point de vue. Que nos propres observations s'accordent

davantage avec l'opinion de LE CLERC peut s'expliquer par les différences existant entre les méthodes d'étude utilisées et dont l'une vient d'être soulignée. Il est également possible que le milieu employé fasse intervenir un facteur limitant (concentration de la solution en tel ou tel élément, par exemple) qui masque les possibilités réelles de la plante. Enfin, le blé dur, exclusivement utilisé dans nos essais peut ne pas se comporter comme le blé tendre ; il est même fort probable qu'il en est ainsi.

Ce qui est plus important que ces différences, c'est que COIC met également l'accent sur le fait qu'à l'intérieur de certaines limites, une nutrition azotée suffisante commence par déterminer un rendement satisfaisant en grain et n'influe qu'ensuite sur la teneur en protéines de ce grain, résultat déjà signalé par DAVIDSON et LE CLERC (7). On peut évidemment s'attendre à ce que les différentes variétés (à plus forte raison, sans doute, les différentes espèces) ne réagissent pas de la même façon à l'égard des mécanismes mis en jeu par ces diverses déterminations.

Le problème qui nous intéresse est de savoir si l'équilibre auquel ces mécanismes aboutissent peut ou non être déplacé par sélection. Plus ou moins inconsciemment, l'agronome a tendance à penser qu'il n'en est rien, et qu'il y a opposition entre rendement et qualité ; il faut l'intuition, la foi dans le progrès (et peut-être quelques autres qualités) d'hommes tels que SCHRIBAUX pour ignorer systématiquement pareils « a priori ». Il faut bien ajouter que le fait que l'expérience leur ait donné raison est le seul motif que nous ayons d'espérer de nouveaux succès en matière d'amélioration génétique de la qualité. La supériorité du rendement d'*Étoile de Choisy* sur *Florence* × *Aurore* en climat méditerranéen ne peut s'expliquer que par le fait que l'azote disponible est davantage utilisé pour la formation de nombreux grains que pour la formation de grains riches en protéines ; l'amélioration de la qualité des récoltes ne peut donc s'obtenir que par la mise à la disposition de la plante, au moment opportun, des quantités d'azote que suppose cette amélioration ; la sélection pour la qualité ne pourrait amener qu'un abaissement de rendement qui ne serait pas souhaitable et, en tout cas, ne serait pas accepté par les agriculteurs. Nous pouvons supposer, pour rendre cette idée plus claire, que le mécanisme précédent joue de telle façon qu'une variété considérée comme étant de qualité médiocre, et à grains généralement farineux, comme *Étoile de Choisy*, peut avoir des grains entièrement vitreux (ce qui est d'ailleurs exact, COIC, in verb.) mais que ceci ne se produit, compte tenu de la fertilité azotée normale des champs et du rythme habituel de la nitrification que si les conditions de végétation permettent d'autre part l'obtention d'un rendement de 120 q/ha par exemple : une récolte normale, de 30 à 50 q/ha ne fournira alors que des grains farineux. Si le même seuil (que nous avons supposé être de 120 q/ha pour *Étoile de Choisy*) est de 12 q pour *Florence* × *Aurore*, ou pour les blés

durs modernes (pour ne pas parler des « hard Manitoba » pour lesquels il doit être encore plus faible), la même récolte « normale » fournira des grains très riches en azote et entièrement cornés. Le problème est de savoir si le rendement agricole normal est vraiment fonction de ce seuil ou s'il est possible de trouver des blés qui, placés dans les mêmes conditions que *Étoile de Choisy*, tendront à donner la même quantité de grains (voire même des quantités supérieures) sans que le besoin d'azote créé par la fourniture, au moment voulu, de la quantité d'azote nécessaire pour déterminer ce bon rendement (Coic, 5) se traduise toujours dans les conditions de la pratique agricole par une qualité insuffisante du grain, en l'absence d'opérations agricoles impossibles à effectuer. Dans l'état actuel des choses, ce problème paraît insoluble, ce qui revient à dire que la recherche de tels blés mérite au moins d'être tentée.

Ainsi, au point où nous en sommes de nos recherches, les questions que l'agronome peut se poser à propos du mitadinage, sont compliquées plutôt qu'elles ne tendent à se résoudre : les résultats de l'étude des rendements de nos cultures sont difficilement interprétables et les différences qu'ils présentent avec ceux obtenus par d'autres chercheurs augmentent encore ces difficultés d'interprétation ; l'étude de la relation entre la structure et la teneur en protéines est loin d'être achevée ; les données technologiques sur l'importance des variations de la structure, comme d'ailleurs de la composition chimique sont peu précises lorsqu'elles existent. Le seul point sur lequel un progrès sensible puisse être enregistré est celui de l'élaboration d'un test de résistance au mitadinage. Il est vrai que c'est le point essentiel pour nous, puisqu'il conditionne les recherches d'ordre génétique et que nous avons des raisons de penser que ces recherches conditionnent l'avenir.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Nos précédentes publications avaient trait à l'agronomie du mitadinage, envisagé comme accident limité au blé dur et à la céréaliculture nord-africaine.

Le présent mémoire est consacré, d'une part, à une analyse bibliographique du sujet, d'autre part à l'exposé des résultats expérimentaux de la saison 1956-1957. La première tend à confirmer nos conclusions antérieures : le mitadinage est un état de l'albumen du grain lié à une insuffisance de l'alimentation azotée intervenant à un stade précoce (bien qu'un peu postérieur à l'époque où le niveau de cette alimentation a l'importance maximum pour la détermination du rendement). Les moyens de lutte ne sont donc pas différents de ceux utilisés pour fournir à la plante l'azote dont elle a besoin pour donner une récolte suffisante

en quantité : épandage d'engrais en couverture, et surtout introduction de légumineuses dans l'assolement et usage des engrais verts.

Toutefois, la création de variétés résistantes peut avoir son intérêt ; l'étude des rapports de la structure du grain et du rendement peut, d'autre part, nous renseigner sur les possibilités de sélection d'autres espèces que le blé dur. Mais ceci suppose l'existence d'un moyen d'apprécier la valeur du génotype en ce qui concerne la qualité, alors qu'il s'agit d'une caractéristique extrêmement fluctuante.

Les essais de 1957 ont précisé, à cet égard, que la culture en milieu artificiel, avec suppression de l'alimentation azotée dans la semaine qui suit l'épiaison, permettait de mettre en évidence un comportement nettement différent des variétés suivant leur sensibilité au mitadinage. Ils ont confirmé, d'autre part, la notion acquise antérieurement, selon laquelle les variétés résistantes étaient celles qui avaient le moins besoin d'azote pour donner un grain de structure convenable, soit que, pour des raisons de composition chimique, cette structure soit acquise à moindres frais, soit qu'elle se réalise, au besoin, aux dépens du rendement quantitatif. Enfin, ils nous ont amenés à décider de réserver l'installation actuelle, où les plantes sont cultivées par groupes de huit, à la mise à l'épreuve de lignées supposées homogènes, cependant que les études ultérieures concernant la physiologie et la génétique du phénomène ne pourront être menées que dans des conditions plus rigoureuses de contrôle, les plantes étant isolées les unes des autres.

Il doit rester entendu que nous n'étudions la structure que dans le cas des grains normaux ; un grain échaudé, par exemple, est rarement mitadiné ; il est donc évident que tout risque d'échaudage doit être écarté des comparaisons variétales ayant trait à la structure. Inversement, lorsque le grain mûr, ou mûrissant, est mis en contact avec de l'eau, il devient « lavé » et son aspect et sa structure sont alors analogues à ceux du grain mitadiné. Toutefois, sa composition chimique a certainement peu varié, si elle l'a fait, et nous n'avons aucun renseignement sur sa valeur technologique. Il importe donc, au moins dans l'état actuel des choses, de ne considérer la structure que dans le cas d'un grain ayant mûri dans des conditions normales.

Reçu pour publication le 15 *avril* 1958.

SUMMARY

Bibliographical and experimental study on yellow berry in wheat.

A bibliographical survey of the problem of yellow berry has shown that most authors are at one in acknowledging that it is due to a deficiency in the nitrogen supply, resulting in a lack of nitrogen inside the grain ; shrivelling, by raising the nitrogen percentage, reduces starchiness, but that is a minor injury.

The experiments carried out in artificial conditions (boxes supplied with a nutritive solution) in 1956-1957, have shown that it was possible to control starchiness accurately, by cutting off nitrogen from supplies, during the week following earing. Then, the varieties behave according their own genotypic susceptibility, which ought to allow the breeding of resistant varieties.

ZUSAMMENFASSUNG

Bibliographische und experimentelle Studie über Vorkommen von mehligen Körnern bei Durumweizen.

Die Angaben der Literatur über Vorkommen von mehligen Körnern bei Durumweizen zeigen dass es sich um ein Fehlen der Stickstoffernährung handelt das einen Mangel an Stickstoff im Korne zur Folge hat. Die Notreife kann diesen Mangel vermindern.

Gefässversuche mit künstlicher Ernährung in dem man die Stickstoffernährung eine Woche nach der Ahrenbildung unterdrückt, zeigten 1956-57 dass es möglich ist das Vorkommen von mehligen Körnern sehr genau zu bewirken. Die Sorten reagieren dann nach ihrem eigenen Genotypus und erleichtern die Züchtung von resistenten Sorten.

РЕЗЮМЕ

Библиографическое и экспериментальное изучение митидании (мучнистые вкрапления при стекловидной структуре зерна).

Г. ВАЛЬДЕЙРОН и Ж. М. СЭГЭЛЯ. Париж, и ботаническая служба, Тунизии.

Библиографический обзор вопроса митидании показал, что большинство авторов считает, что дело идет о недостаточности азотнаго питания и, как следствие, в зерне наблюдается слабое количество азота.

Запал, повышая пропорцию азота, уменьшает митиданию, но он является только второстепенным случаем.

Опыты, сделанные в исскуственной среде (резервуары снабжаемые питательным разствором) в 1956-1957 году, показали, что можно, точно, контролировать митиданию исключая азот из питания, в продолжении недели, после выхода в колос. Сорта реагируют, в зависимости от их особой генотипической чувствительности, что позволяет выбор сортов хорошей устойчивости.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Bœuf (F.). — Le mitadinage des blés durs. *La Tunisie Agricole* (publication mensuelle), **29**, p. 122, 1928.

(2) Christiansen-Weniger (F.) und Emre (E.). — Ursache für das Auftreten von « Dönme-Körnern » beim *Triticum durum* in Anatolien und gegenmassnahmen. *Der Züchter*, **12**, 81-88, 1940.

(3) De Cillis (U.). — La bianconatura dei grani duri. *Staz. Sper. Gran. Sicilia*, Catania, Publ. n° 10, 1942.

(4) Coïc (Y.) et Alexinsky (W.). — La fertilisation azotée semi-tardive et tardive du blé d'hiver. II. Action sur le taux d'azote du grain et sa qualité meunière. *C. R. Acad. Agric.*, **39**, 782-788, 1953.

(5) Coïc (Y.). — Action de la fertilisation azotée utilisée pour la croissance sur les besoins ultérieurs en azote du blé. Conséquences agronomiques. *C. R. Acad. Agric.*, **40**, 100-102, 1954.

(6) Coïc (Y.). — La nutrition et la fertilisation du blé d'hiver. I. Les besoins en azote du blé d'hiver. Conséquences agronomiques. *Annales Agron.*, **7**, 115-131, 1956.

(7) Davidson (I.) and Le Clerc (J. A.). — Effect of various inorganic nitrogen compounds applied at different stages of growth, on the yield, composition and quality of wheat. *J. Agric. Res.*, **23**, 55-68, 1923.

(8) Gericke (W. F.). — Certain relation between the protein content of wheat and the length of the growing period on the head bearing stalks. *Soil Science*, **13**, 135-138, 1922.

(9) Jones (J. S.) and Mitchell (G. A.). — The cause and control of yellow berry in Turkey wheat grown under dry-farming conditions. *J. of Agric. Res.*, **33**, 281-292, 1926.

(10) Josa (G.). — L'intenerimento del grano duro « *Capelli* ». *L'Italia Agricola*, **85**, 138-143, 1948.

(11) Le Clerc (J. A.). — The effect of climatic conditions on the composition of *durum* wheat. *Yearbook U. S. D. A.* 199-212, 1906.

(12) Matweef (M.). — Application de la méthode Kjeldahl au dosage rapide des protéines en vue de la sélection et de la commercialisation des céréales. *C. R. Acad. Agric.*, **43**, 787-795, 1957.

(13) Mermier (A.). — Observations sur le mitadinage du blé dur. *La Terre d'Oc*, **39**, p. 364, 1956.

(14) Muller (Y.). — Influence des apports tardifs d'azote sur le mitadinage des blés durs. *Bull. Engrais*, n° 381, 15-16, 1956.

(15) O'Brien (E. J.). — Bleached wheat. *J. Dept. Agric. Victoria*, **46**, 159-160, 1948.

(16) Paquet (J.). — Interaction de la coloration du tégument et de la texture de l'albumen dans la détermination de l'intensité de la couleur du grain de blé. *Annales Amel. Plantes*, **6**, 27-57, 1956.

(17) Percival (J.). — *The wheat plant*. Duckworth, London, 1 vol. 463 p., 1921.

(18) Perrin. — Le mitadinage. *Revue Agricole d'Afrique du Nord*, **27**, 265-269, 281-283, 1929.

(19) Pignarre (M.). — *Les blés durs et leurs pâtes*. Office Nat. Interprof. des Céréales, Paris, 1 vol., 110 p., 1952.

(20) Sallans (B. J.) and Simmonds (P. M.). — The influence and predisposing factors in the occurrence of yellow berry (starchiness) in wheat. *Canad. J. Agric. Sci.*, **34**, 393-405, 1954.

(21) Seguela (J. M.), Valdeyron (G.) et Jacquard (P.). — Le mitadinage des blés durs. Importance, causes et remèdes possibles. *C. R. Acad. Agric.*, **41**, 677-682, 1955.

(22) Sibilia (C.). — Alcune notizie sulla bianconatura del grano. *Bol. Staz. Pat. Veg. Roma*, **11**, 375-379, 1931.

(23) Valdeyron (G.). — Enseignemens techniques à tirer de la campagne de céréales 1953-54. *La Tunisie Agricole* (mensuel), **55**, 97-113, 1954.

(24) Valdeyron (G.). — Quelques conclusions d'ensemble sur les dernières campagnes d'expérimentation céréalicole. *La Tunisie Agricole* (mensuel), **58**, 3-23, 1957.

(25) Valdeyron (G.) et Seguela (J. M.). — Principales conclusions obtenues après trois années d'études sur le mitadinage du blé dur. *C. R. Acad. Agric.*, **43**, 651-654, 1957.

(26) Valdeyron (G.), Seguela (J. M.) et Matweef (M.). — De quelques conclusions obtenues après trois années d'études sur le mitadinage du blé dur en Tunisie. *Annales du Serv. Bot. et Agron. de Tunisie* (à l'impression).

(27) VIVET (E.). — Le mitadinage des blés. *Rev. Agric. Afrique du Nord*, **30**, 438-440, 1934.
(28) YANKOVITCH (L.). — Méthodes d'analyse physiologique du sol utilisées en Tunisie. *Fourth Intern. Congress Soil Sci.* Amsterdam, 224-226, 1950.
(29) Procès verbaux des Réunions de la Commission des blés durs de l'*Office Nat. Interprof. des Céréales*, Paris.
(30) Rapports du Conseil de l'Expérimentation et des Recherches Agronomiques. *Gouvernement Gen. Algérie.*
(31) Arrêtés fixant les modalités de la commercialisation des céréales en Tunisie. *Journal Officiel Tunisien* du 29 août 1952, 1er septembre 1953, 28 septembre 1954, 26 août 1955, 28 septembre 1956.

UNE SÉLECTION MASSALE EST-ELLE APPLICABLE A LA RECHERCHE D'UN BLÉ TENDRE PEU SENSIBLE AU PIÉTIN-VERSE?

PAR

R. ECOCHARD et P. MANSAT

Station centrale de Génétique et Amélioration des plantes, Versailles.

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

Matériel et Méthode.

A. — Année 1953-54.
B. — Année 1954-55.
C. — Année 1955-56.
D. — Année 1956-57.

Résultats.

A. — Degré d'attaque par *C. herpotrichoïdes*.
B. — Degré de flétrissure des grains.
C. — Poids de mille grains et rendement.
D. — Discussion.
— Essai 1955.
— Essai 1957.

Conclusion.

Références bibliographiques.

Résumé.

INTRODUCTION

Strictement adapté aux Graminées, le Piétin-verse (*Cercosporella herpotrichoïdes* Fron) est capable de vivre en parasite sur la plupart des plantes de cette famille.

Les genres *Aegilops* et *Secale*, voisins du blé, échappent presque entièrement à ses attaques, comme l'a montré SPRAGUE le premier en 1936. Mais dans le genre *Triticum*, et notamment chez le blé tendre, on ne connaît jusqu'à maintenant aucun type absolument résistant, et ce fait domine le problème de la sélection vis-à-vis de cet agent pathogène.

Toutefois, la sensibilité des variétés qui ont été soumises à l'expérimentation présente une certaine gamme, et l'on connaît la tolérance relative de certaines variétés sélectionnées en Belgique ou dans le nord de la France. L'idée que ce sont là des zones où le piétin est endémique

permet de penser que la sélection est efficace, et suggère la recherche de types transgressifs si cela est possible.

En utilisant comme géniteurs ces variétés flamandes peu sensibles, *Cappelle-Desprez, Blé d'Or, Léda,* la sélection est conduite à Versailles depuis 1952 suivant la méthode pédigrée classique. Les descendances sont cultivées dès la F_2 en condition d'infection artificielle intense, et la sélection porte sur les lignées et les plantes les plus saines.

Étant donné le temps requis par l'examen des plantes une à une après arrachage, l'étendue du matériel ainsi prospecté est forcément restreinte. On y supplée pratiquement par un premier choix sur pied, qui tient compte de l'aspect général de la lignée, de son peuplement, de la présence de tiges brisées à la base ou simplement inclinées. Le degré d'attaque par le champignon est ensuite apprécié de manière plus exacte, sur les lignes retenues, en fonction de la proportion, pour chaque plante, des talles fortement envahies.

Mais on peut penser par ailleurs qu'une *sélection massale* basée sur le calibrage et le tri des grains par densité puisse être une méthode efficace et plus simple.

On sait en effet, notamment grâce aux études réalisées par J. Ponchet à la Station Centrale de Phytopathologie de Versailles, que l'action du *C. herpotrichoïdes* sur le rendement concerne à la fois le nombre de grains produits par la plante et la croissance de ces grains. En général, les plantes les plus atteintes sont les moins fertiles ; elles présentent en outre souvent des grains légèrement réduits en taille et en poids et surtout flétris, c'est-à-dire mal remplis et d'aspect « échaudé », comme lorsqu'une température excessive a entravé leur formation.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Le croisement utilisé pour expérimenter la méthode a pour parents :

— d'une part (90-2 × *Étoile de Choisy*) 2-7, géniteur issu d'*Étoile de Choisy*, résistant à *Puccinia graminis* Eriks, très résistant au froid et de bonne valeur boulangère, mais sensible au piétin-verse,

— d'autre part *Cappelle-Desprez*, variété cultivée, très productive, dont la faible sensibilité au piétin-verse a été maintes fois prouvée.

A. — Année 1953-54.

La F_2 de ce croisement a été cultivée sur un terrain favorable à l'évolution du *C. herpotrichoïdes*, et soumise à une inoculation artificielle par ce parasite (1).

(1) Une culture de mycélium, développée in-vitro sur bouillon de pomme de terre, est broyée, étendue d'eau, puis pulvérisée sur la pépinière au stade une ou deux feuilles. C'est la méthode employée par J. Ponchet à Versailles.

Un certain pourcentage de plantes, les moins atteintes, a été isolé parmi les F_2, et suivi depuis cette date en sélection généalogique.

Par ailleurs, une récolte globale a été faite sur cette même parcelle F_2, et a fourni 12 kg de grains en mélange.

Ce lot a été divisé en quatre fractions de calibres variés, par tamisage. Les deux fractions moyennes ont été reprises, et subdivisées à leur tour par un tri à la main des grains plus ou moins flétris. Ce conditionnement a conduit à la répartition suivante :

Lot A. — Calibre le plus gros ; grains bien formés. Poids moyen..... 70,9 mg
Lot B. — Calibre inférieur au précédent ; grains bien formés. Poids moyen..... 63,2 mg
Lot C. — Même calibre que le lot B ; mais grains flétris. Poids moyen ..... 60,3 mg
Lot D. — Calibre inférieur au précédent ; grains bien formés. Poids moyen ..... 49,5 mg
Lot E. — Même calibre que le lot D ; mais grains flétris. Poids moyen..... 45,3 mg
Lot F. — Calibre le plus faible, grains à développement variable. Poids moyen..... 37,5 mg

Au cours des années suivantes, le conditionnement a été fait de façon un peu différente : il a porté sur la densité du grain, grâce à l'emploi d'un appareil pneumatique dont le réglage permet de maintenir en équilibre, dans une colonne d'air ascendant, des grains distribués régulièrement à partir d'une trémie (1). La reprise continue des grains à trois niveaux de cette colonne les répartit en trois catégories, dont on peut régler à volonté les proportions.

Les grains sont ainsi triés par densité, en fractions d'aspect particulièrement homogène.

B. — Année 1954-55.

Les lots A, B, C, D, E, F, décrits ci-dessus, ont été semés en essai comparatif de type « lattice » 3 × 3 à 4 répétitions ; le lot B était redoublé pour accroître pratiquement les disponibilités de semence à la récolte. *Cappelle* et *Blé des Dômes* figuraient comme témoins de résistance et de sensibilité respectivement.

L'essai était disposé sur la même pièce de blé que l'année précédente, et inoculé par *C. herpotrichoïdes*.

Les observations, relatées au paragraphe suivant, ont porté sur le degré de flétrissure des grains, leur poids, et enfin le rendement.

A l'automne, on a appliqué un tri densimétrique à la récolte du lot A dont on a retiré la fraction la plus dense AA, ainsi qu'à la récolte des lots E et F dont on a extrait la fraction la moins dense EE et FF respectivement.

C. — Année 1955-56.

Les lots AA, EE, FF ont été semés à nouveau sous forme d'essai comparatif, et contaminés.

Malheureusement les fortes gelées de l'hiver ont rendu impossible,

(1) Appareil fabriqué par les Établissements Kurt Pelz, en Allemagne.

cette année-là, l'interprétation de l'essai, partiellement gelé et où le piétin ne s'était pas développé.

Les seuls facteurs sélectifs ont donc été la résistance au froid et la grosseur des grains.

En effet, la récolte des plantes survivantes a été soumise à un nouveau tri densimétrique avant d'être resemée.

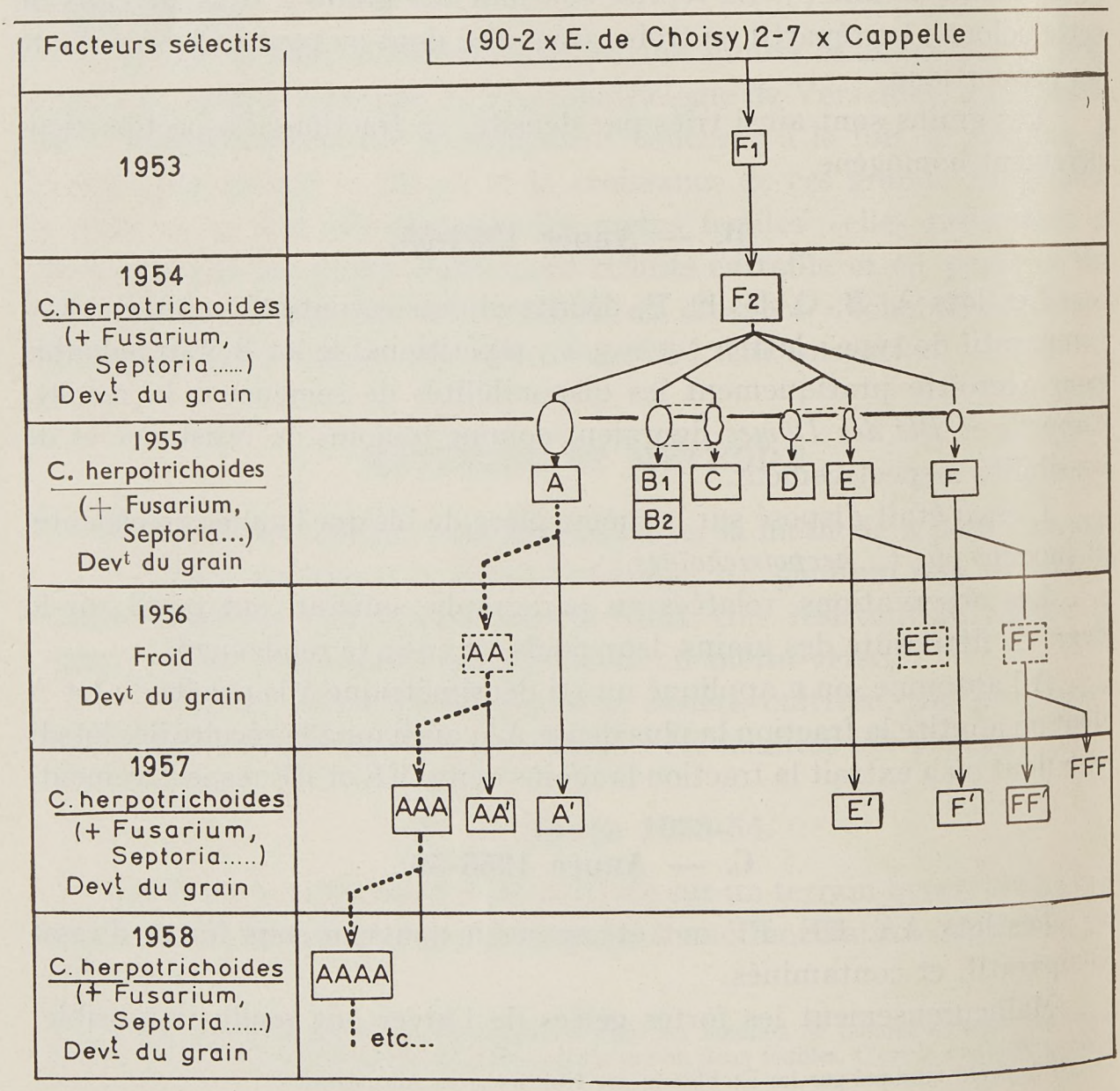
D. — Année 1956-57.

La catégorie de tête, issue du lot AA, appelée AAA, a été placée simplement en parcelle de sélection massale contaminée.

Nous appellerons AA' le restant du lot AA. De même, nous appellerons FF' le restant du lot FF après élimination de la catégorie la plus légère FFF.

Tableau I

Schéma de la sélection massale exercée sur le calibrage et le développement du grain.



On a donc établi un essai-bloc, à six répétitions dont les traitements sont représentés, outre *Cappelle* témoin, par les catégories suivantes :

1° AA' ; issu de AA après séparation du lot AAA.

2° FF' ; issu de FF après séparation du lot FFF.

3° A' ; provenant du restant de la récolte A de 1955 après séparation du lot AA.

4° F' ; provenant du restant de la récolte F de 1955 après séparation du lot FF.

5° E' ; provenant du restant de la récolte E de 1955 après séparation du lot EE.

De cette façon, les deux premières catégories, comparées aux deux suivantes, doivent permettre de vérifier l'efficacité du tri densimétrique de 1955 effectué sur la récolte du premier essai.

Par contre, les trois dernières catégories constituent approximativement une répétition dans le temps de ce premier essai, et concernent le calibrage effectué en 1954 sur la récolte F_2.

Le tableau I représente schématiquement ces subdivisions successives, dans un ordre chronologique.

Les observations effectuées sur l'essai de 1957 sont les mêmes que pour l'essai de 1955 à savoir :

Le degré d'attaque par le parasite, la flétrissure des grains, leur poids, et enfin le rendement.

RÉSULTATS

Tous les résultats concernant ces deux essais sont présentés de façon synoptique dans les tableaux II et III.

Tableau II

Résultats de l'essai 1954-1955 *sur génération* F_3.

Degré d'attaque par Cercosporella		Degré de flétrissure à l'œil		Poids de mille grains en g.		Rendement en pourcent de Cappelle	
Cappelle	24,4	A	1	A	48,5	Cappelle	100
A	33,0	B_2	1	B_2	47,0	A	93,8
D	33,3	D	4,37	Cappelle	45,4	D	93,4
B_2	34,6	B_1	4,89	D	44,5	B_1	90,2
B_1	35,8	E	7,10	B_1	43,8	B_2	85,7
C	36,7	F	8,09	C	43,1	E	84,8
E	43,2	Dômes	8,28	E	42,8	C	77,9
F	44,9	Cappelle	8,72	F	40,6	F	73,8
Dômes	59,1	C	9	Dômes	38,9	Dômes	72,1
P. P. D. S.	10,4	P. P. D. S.	4,6	P. P. D. S.	3,6	P. P. D. S.	18,3

TABLEAU III. — *Résultats de l'essai* 1956-1957 sur génération F_5.

Degré d'attaque par Cercosporella		Degré de flétrissure à l'œil		Degré de flétrissure par densimétrie		Poids de mille grains en g.		Rendement en pourcent de Cappelle	
Cappelle	12,5	AA′	1	AA′	1	AA′	43,1	AA′	102,5
AA′	17,4	Cappelle	2,90	Cappelle	3,15	Cappelle	40,3	Cappelle	100
A′	18,0	A′	3,68	A′	3,73	A′	39,1	A′	84,6
FF′	18,6	FF′	4,86	FF′	5,30	FF′	36,2	E′	84,0
F′	20,4	F′	5,35	F′	5,66	F′	36,1	F′	81,8
E′	20,9	E′	6	E′	6	E′	35,1	FF′	74,8
P. P. D. S.	3,5	P. P. D. S.	2,06	P. P. D. S.	1,77	P. P. D. S.	2,9	P. P. D. S.	5,5

A. — Degré d'attaque par *C. herpotricoïdes*.

L'intensité d'attaque, pour chaque parcelle élémentaire de l'essai 1955, a été définie en répartissant les plantes dans les quatre classes suivantes :

1° Plantes saines ou peu atteintes (au plus une talle totalement nécrosée au collet).

2° Plantes moyennement atteintes (un certain pourcentage de talles entièrement nécrosées au collet).

3° Plantes très atteintes (toutes, ou presque toutes les talles entièrement nécrosées).

4° Plantes détruites ou disloquées avant maturité.

D'après J. PONCHET, la chute de rendement va en s'accélérant lorsqu'on passe d'une catégorie à la suivante.

A l'échelle de mesure consistant à attribuer aux diverses classes les valeurs 0-1-2-3, on doit donc préférer une échelle à progression sensiblement géométrique. Nous avons adopté la suivante :

1re catégorie = coefficient 0.
2e catégorie = coefficient 10.
3e catégorie = coefficient 30.
4e catégorie = coefficient 100.

On a donc affecté d'une note toutes les parcelles, en multipliant les fréquences de chaque classe par ces coefficients, et en divisant le total par le nombre de plantes. Ces notes sont ainsi comptées de 0 à 100.

(Dans le cas présent, l'emploi de l'échelle arithmétique change peu le classement et n'affecte pas les conclusions.)

Pour l'essai de 1957, contrairement au précédent, les plantes ont été réparties en six catégories :

	Coefficient
1) Plantes saines ou peu atteintes	0
2) Moins de 50 p. 100 de talles partiellement nécrosées	5
3) Plus de 50 p. 100 de talles partiellement nécrosées	10
4) Moins de 50 p. 100 de talles entièrement nécrosées	25
5) Plus de 50 p. 100 de talles entièrement nécrosées	50
6) Toutes les talles entièrement nécrosées	100

Pour les mêmes raisons que ci-dessus, les coefficients attribués aux classes de cette échelle sont en progression géométrique.

B. — Degré de flétrissure des grains.

Il a été apprécié à l'œil. Tous les échantillons correspondant aux parcelles élémentaires d'un essai ont été rangés par ordre de flétrissure croissante, par plusieurs observateurs successifs ; on en a déduit une « moyenne de rang » pour chaque échantillon. Cette « moyenne de rang » a servi de base au calcul de l'essai ; le classement final est exprimé après multiplication par un coefficient adéquat, qui attribue la valeur 1 au lot de tête et 9 au dernier (ou 6 dans le deuxième essai qui n'a que six lots en expérimentation).

Pour l'essai de 1957, une deuxième méthode a été employée parallèlement à la méthode visuelle : elle est basée sur l'emploi du trieur densimétrique : chaque échantillon a été divisé en 3 fractions, dont les proportions pondérales permettent d'établir un indice exprimé de 1 à 6 comme pour le classement à l'œil.

Le test *t* de STUDENT, calculé dans les deux cas, révèle une légère supériorité de précision pour la deuxième méthode.

C. — Poids de mille grains et rendement.

Le poids de mille grains est exprimé en grammes ; le rendement est donné en pourcent de *Cappelle*.

D. — Discussion.

Essai 1955.

L'examen des résultats figurant au tableau II montre que :

1° Les témoins *Cappelle* et *Blé des Dômes* se situent aux deux extrêmes de la variation observée, pour le rendement comme pour la résistance au piétin.

Ils présentent toutefois l'un et l'autre une certaine flétrissure du grain ; sur *Cappelle* elle a été provoquée par d'autres agents que *C. herpotrichoïdes* : *Fusarium roseum* Sir et Han et *Septoria nodorum* Berk notamment.

2° Les descendances des lots A, B et D se classent régulièrement en tête pour les quatre caractères étudiés. Ce sont précisément les lots dont les semences étaient bien formées.

Le fait que le lot D soit toujours mieux classé que le lot C prouve que la sélection des grains les mieux développés a joué plus que la sélection pour le simple calibre. Ce résultat est important à souligner.

Les causes parasitaires de mauvais développement du grain, communes aux années 1955 et 1957, donnent donc prise à la sélection massale ; le piétin est la principale d'entre elles.

Ainsi s'explique le parallélisme entre degré d'attaque par *C. herpotrichoïdes* et aspect du grain.

3° La sélection massale accorde en outre une place certaine aux autres facteurs d'« échaudage », physiologiques ou pathologiques, ainsi qu'au caractère héréditaire « poids moyen du grain ».

Or, une sélection pour ces diverses caractéristiques s'avère également opportune.

Essai 1957.

1° Pour tous les caractères observés, les lots AA', A' et *Cappelle* sont significativement situés avant les lots E', F' et FF', ce qui est en parfait accord avec les résultats de 1955.

2° Pour tous les caractères observés, sauf pour le rendement, le lot E' est le moins bien placé, ce qui confirme l'hypothèse suivant laquelle la sensibilité à des causes de mauvaise formation du grain donne davantage prise à la sélection que la grosseur proprement dite de ce grain.

3° Le lot AA' vient en tête pour tous les caractères, légèrement surpassé par *Cappelle* pour le degré d'attaque par *Cercosporella*, mais avec un grain significativement mieux rempli que celui du témoin.

Ceci prouve que le deuxième tri densimétrique , c'est-à-dire celui de 1955, a eu un effet sélectif marqué.

4° Si ces observations sont probantes, on peut penser a-fortiori, que le lot AAA, qui n'a pas été mis en essai mais en simple parcelle de sélection massale, est enrichi en génotypes intéressants.

Ce lot mérite donc d'être suivi, en lui appliquant encore, à chaque génération, un tri par densité.

CONCLUSION

Une sélection massale paraît devoir être efficace dans la recherche de la tolérance génétique au *C. herpotrichoïdes* chez le blé.

Il suffirait pour cela :

1° De partir d'un croisement où l'un des deux parents au moins est peu sensible.

2° De cultiver chaque année les générations successives, en mélange, sur une parcelle fortement infestée de piétin par inoculation artificielle.

La surface de cette parcelle doit être de dimension suffisante : 80 ou 100 m² au moins.

3° De trier chaque année la semence produite sur cette parcelle par

un moyen quelconque, visuel ou mécanique de préférence, qui permette d'en retirer les grains les plus denses, c'est-à-dire les mieux formés.

4° De conduire cette sélection massale plusieurs années de suite, avant d'en tirer des lignées qui seront alors suivies en pépinière de sélection pédigrée.

Cette méthode de sélection massale accorde une influence prépondérante à toutes les causes qui agissent sur la formation du grain. Le piétin-verse peut être la plus importante de ces causes, en conditions de forte contamination.

D'autres agents peuvent également être intéressés : *Fusarium* sp., etc. D'autre part, les génotypes retenus ont toutes chances d'être améliorés vis-à-vis du caractère « poids du grain ».

Enfin, l'exemple des gelées de 1956 montre que des facteurs sélectifs difficiles à prévoir risquent d'intervenir au cours du cycle de sélection massale, et déplacer la moyenne dans un sens peut-être favorable.

Bien entendu, la sélection pour tous les autres caractères agronomiques recherchés sera parachevée au stade de sélection généalogique qui succède au précédent (résistance aux rouilles par exemple). A ce niveau d'ailleurs, l'homozygotie est déjà largement acquise, ce qui simplifie et accélère le choix des génotypes.

RÉSUMÉ

Le piétin-verse du blé, *Cercosporella herpotrichoïdes* Fron entrave le développement des grains de la plante-hôte. Ces grains ont un aspect flétri et une densité réduite, comme dans le cas de l'échaudage physiologique.

En triant mécaniquement les grains les mieux remplis, dans la récolte en mélange d'une population hybride contaminée par cette maladie, on isole des lots correspondant en moyenne aux génotypes les moins sensibles.

Mis en essai comparatif en conditions d'inoculation artificielle, ces lots présentent une résistance au piétin, un développement du grain et un rendement analogues ou supérieurs au parent le plus résistant (*Cappelle* dans le cas présent).

Un tel tri densimétrique, répété plusieurs années de suite, permet donc une sélection massale efficace.

Reçu pour publication le 17 mai 1958.

SUMMARY

Can mass-selection be used in the search for a wheat less susceptible to foot-rot?

Wheat foot-rot, *Cercosporella herpotrichoïdes* Fron., impedes the development of the seeds of the host-plant. These seeds have a withered aspect and a reduced density, as in the case of physiological shrivelling.

By mechanically sorting, the seeds which are the fullest in the crop in bulk of a hybrid population contaminated by this disease, one can isolate lots corresponding on an average to the less susceptible genotypes.

Put in comparative trials of artificial contamination, these lots present

a resistance to foot-rot, a development of the grain and a yield identical or superior to the most resistant parent (*Cappelle* in the present case).

Such a densimetrical sorting, repeated over several years, allows an efficient mass-selection.

ZUSAMMENFASSUNG

Ist die Massenauslese anwendbar zum Erlangen eines gegenüber Cercosporella wenig empfindlichen Weizens?

Cercosporella herpotrichoïdes Fron. hemmt die Kornentwicklung bei der Gastpflanze. Diese Körner haben ein eingeschaumpftes Aussehen und eine geringere Dichte, wie bei physiologische Dürrewirkung.

Durch mechanisches Sortieren der am besten ausgefüllten Körner in der Ernte einer durch diese Krankheit angefallenen Hybridenpopulation, kann man Gruppen aussondern die im Durchschnitt, den am wenigsten empfindlichen Genotypen entsprechen.

In vergleichenden Versuchen bei künsticher Infektion, zeigten diese Gruppen eine Widerstandsfähigkeit gegenüber Cercosporella, eine Kornentwicklung und einen Ertrag, die ähnlich oder grösser waren als die der widerstandsfähigsten Eltern (im gegenwärtigen Falle : Cappelle).

Ein solches auf die Dichte bestehendes Sortieren, während mehreren Jahren fortgesetzt erlaubt eine wirksame Massenauslese.

РЕЗЮМЕ

Приложима-ли массальная селекция к поиску мягкой пшеницы, устойчивой к « Cercosporella herpotrichoïdes » ?

Р. ЭКОШАР и П. МАНСА. Центральная Станция селекции Растений, Версаль.

Болезнь полегания пшеницы «Cescosporella hespotrichoïdes Fron.» останавливает развитие зерна больного растения. Эти зерна имеют завядший вид и слабый удельный вес, сравнимый с физиологическим запалом.

Сортируя, механически, лучше наполненные зерна в урожае смеси гибридной популяции, зараженной этой болезнью, можно изолировать пробы, соответствующия, в среднем, генотипам наименее поразимым.

Расположенные в сравнительном опыте с искуственным заражением, эти образцы показывают устойчивость к болезни, развитие эерен и урожаи, сравнимые или более высокие, чем у самаго стойкаго родителя (в данном случае сорт «Cappelle»).

Такой отбор, основанный на полновесности, повторяемый в течении нескольких лет, позволяет, следовательно, использовать, с успехом массальную селекцию.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ponchet (J.). — Le Piétin-verse du Blé : épidémiologie et appréciation du comportement variétal. (Communication faite à la session de Eucarpia, réunion constitutive de la Section Céréales, le 7-1-1958.)

Sprague (R.). — Relative susceptibility of certain species of graminae to *Cercosporella herpotrichoïdes*. *J. of Agric. Res.*, **53**, nº 9, p. 659, 1936.

Vincent (A.), Ponchet (J.), Koller (J.). — Recherche de variétés de blés tendres peu sensibles au piétin-verse : résultats préliminaires. *Ann. Amél. Plantes*, série B, nº 3, 459-472, 1952.

RECHERCHES SUR LA PRODUCTION FOURRAGÈRE DANS L'AUXOIS ET SUR SON INTENSIFICATION

PAR

L. HEDIN et M. KERGUELEN

Laboratoire des Plantes Fourragères, Rouen.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction.**
- 1° Limites de la région étudiée ;
- 2° Évolution agricole et données statistiques.

II. — **Les conditions de climat et de sol.**
- A. — Le climat :
  - *a*) Végétation naturelle et plantes cultivées ;
  - *b*) Étude des facteurs du climat ;
  - *c*) Formules représentatives du climat.
- B. — Le sol :
  - 1° Courtes données géologiques ;
  - 2° Les sols agricoles.

III. — **La technique de la production animale.**
- 1° La place de l'élevage dans la production agricole ;
- 2° L'élevage en plein air :
  - *a*) Données générales ;
  - *b*) Sur quelques exploitations visitées.
- 3° L'alimentation à l'étable.

IV. — **La prairie auxoise, composition botanique et sols.**

V. — **L'intensification fourragère et le développement de l'élevage.**
- 1° L'accroissement des ressources fourragères :
  - *a*) Amélioration des prairies naturelles ;
  - *b*) Création de prairies temporaires ;
  - *c*) Les fourrages assolés.
- 2° L'utilisation rationnelle des fourrages.

VI. — **Conclusions.**

Bibliographie.

Résumé.

I. — INTRODUCTION

L'étude que nous présentons ci-après a été réalisée à la demande de M. ROLLAND, agriculteur-éleveur à Verchizy, président de Comité d'aménagement de l'Auxois, en collaboration avec le Centre de Recherches Agronomiques de Dijon (M. MENERET, Mme MERIAUX, M. PICARD) et la Direction des Services Agricoles de la Côte d'Or (M. BELLEY, Ingénieur en Chef, M. EVRARD, Directeur du Foyer de Progrès de Semur-en-Auxois).

Elle nous a conduit à visiter un certain nombre d'exploitations agricoles et à examiner la composition botanique et le sol de différentes prairies, au cours de plusieurs tournées réalisées en 1957.

A la lumière de l'enquête menée sur place et de la documentation recueillie, compte tenu des renseignements statistiques que nous avons pu consulter ou qui nous ont été fournis par M. ROLLAND, nous avons cherché à poser correctement le problème de l'intensification fourragère dans l'Auxois, considéré, quelles que soient les limites de cette région, comme un pays d'herbages visant à la production de la viande et du lait [1].

1° Limites de la région étudiée

On a souvent considéré l'Auxois comme groupant les cantons d'Arnay-le-Duc, de Bligny-sur-Ouche, de Montbard, de Pouilly-en-Auxois, de Semur, de Sombernon (en partie), de Vénarey, de Vitteaux et de Precy-sous-Thil. La superficie de ces 9 cantons est de 228 530 ha.

Dans la récente carte des régions agricoles exécutée par le Ministère de la Reconstruction, une nouvelle délimitation par régions est présentée : l'Autunois y sépare l'Auxois du Morvan et l'on distingue sous le nom de Terre pleine, la région de Guillon et d'Avallon.

Nous n'insisterons pas sur l'opportunité d'une telle modification, d'autant que la carte des régions agricoles publiée par l'*Institut National de la Statistique* et *des études économiques* semble en différer sensiblement pour la région étudiée.

Pour les géographes (4), il est classique de distinguer trois aspects de l'Auxois, différents nettement par leur paysage et leur économie :

1° Le Bas Auxois, avec ses prairies sur marnes liasiques, qui comprend aussi des buttes calcaires et les vallées des affluents de l'Armançon ;

2° Le Haut Auxois, avec les vallées de la Brenne, de l'Oze et de l'Ozerain, pays qui s'étend de Montbard à Sombernon ;

[1] Nous ne devons pas oublier que nos recherches n'ont été possibles qu'en raison de l'accueil cordial que nous ont réservé les agriculteurs. Dans une réunion tenue à Précy-sous-Thil le 28 novembre 1957, nous avons pu confronter nos points de vue et apprécier exactement les conditions d'une amélioration de la production fourragère et par suite de l'élevage, dans un pays dont les techniques de production n'ont pas sensiblement varié depuis un siècle.

3° Le pays des 3 bassins, dépression triangulaire limitée au nord par des plateaux calcaires, à l'est par la Montagne bourguignonne, au sud est par les nombreux affluents de l'Arroux. C'est là que se fait le partage des eaux entre trois bassins, Seine, Rhône et Loire.

Pour le Bourguignon G. ROUPNEL, « le véritable Auxois, ce sont ces fraîches vallées pastorales, arrosées comme pour s'ouvrir à l'abondance et caractériser la douceur de la vie ».

Il n'est pas douteux que le découpage d'une région agricole n'est pas chose aisée. Lorsqu'on la définit comme un ensemble homogène, il faut être d'accord sur les critères d'homogénéité.

On doit, à notre avis comme à celui de KLATZMANN, la trouver à la fois dans les facteurs permanents de la production agricole, le climat et le sol, et dans les modalités d'utilisation du sol par l'homme.

Il semble que les géographes s'accordent avec les agronomes pour une telle compréhension de la région.

Mais comme il arrive si souvent, le point de vue géographique cadre assez mal avec celui de l'historien. A l'époque féodale, le nom d'Auxois fut créé à partir de sa capitale Alesia, qui est située dans le pays des Laumes, géographiquement différent. Actuellement, bien que Montbard, plus industrialisé, soit chef-lieu d'arrondissement, il semble que ce soit Semur qui fasse figure de capitale agricole de ce pays d'élevage.

C'est pourquoi, dans la présente étude, rejoignant en cela les géographes, l'Auxois sera pour nous une partie de la Côte d'Or, située à l'est du Morvan et caractérisée :

1° Par un climat moins pluvieux que celui du Morvan, mais moins sec que celui de la plaine dijonnaise ;

2° Par l'affleurement de marnes liasiques, avec enclaves granitiques et gréseuses, et buttes jurassiques bathoniennes ou bajociennes ;

3° Par un fort pourcentage des surfaces couvertes en herbe, et par suite par une orientation agricole vers les productions animales, qu'il s'agisse de la production de viande par la race Charolaise ou de la production laitière par la race Tachetée de l'Est.

Quelles que soient les limites précises de l'Auxois, cette région pose pour son intensification fourragère un certain nombre de problèmes qui lui sont propres, mais qui se retrouvent d'une façon analogue dans toutes les zones d'élevage du Centre sur marnes liasiques, Charollais ou Nivernais.

2° Évolution agricole et données statistiques

Comme les limites de l'Auxois ont été différemment évaluées dans les statistiques de 1929 et de 1942, il est mal aisé de réaliser dans le temps des comparaisons statistiques rigoureuses. Dans de telles conditions, c'est encore l'enquête communale qui apparaît la plus intéressante.

Malgré cet obstacle, nous essaierons de suivre tout d'abord les changements survenus dans la structure agraire, puis ceux qui se sont manifestés dans la production agricole orientée de plus en plus vers l'élevage ; mais il va de soi que ces deux évolutions se correspondent.

Évolution de la structure agraire. — On peut, dans une certaine mesure, présenter la physionomie agricole d'un village de l'Auxois en 1929 en disant qu'il comptait généralement 2 à 5 grandes exploitations, 12 à 15 exploitations moyennes, 15 à 25 petites exploitations. A Sainte-Sabine, dans le canton de Pouilly-en-Auxois, on comptait environ 25 exploitations avant 1914 ; il y a actuellement 2 exploitations de plus de 100 ha, 6 exploitations de 50 à 100 ha, 2 de 20 à 50 ha. On observe un véritable abandon de certaines fermes dont les bâtiments tombent en ruine, sans que pour autant on ne puisse trouver de terres vacantes ; les moindres pièces de terre sont achetées à des prix très élevés.

Comment s'est réalisée cette réduction du nombre des exploitants et au profit de qui, c'est ce que nous allons essayer de préciser.

Si l'on s'en tient à l'enquête de 1929, on note que les exploitations de plus de 50 ha qui, en nombre, ne représentaient qu'un dixième de l'ensemble, occupaient près de la moitié (48 p. 100) de la superficie agricole de l'Auxois. A cette époque, les très petites exploitations (au-dessous de 10 ha) constituaient 59 p. 100 du nombre total et occupaient 10,5 p. 100 du territoire agricole.

Dans les conditions d'une exploitation extensive, on comprend aisément que ce sont celles qui ont progressivement disparu, car elles peuvent difficilement assurer le plein emploi de la famille agricole.

Les différences qui existent entre les statistiques de 1929 et de 1942 ne portent pas seulement sur la superficie de l'Auxois ; le découpage des très petites, des petites, des moyennes et des grandes exploitations, a lui aussi varié dans l'une et l'autre enquête.

Leur comparaison semble bien cependant faire apparaître une réduction sensible des très petites exploitations, moins de 8 ha, qui ne représentent plus en nombre que 30 p. 100, et en surface que 5 p. 100. (Dans un autre pays d'élevage, le Bray, les exploitations de moins de 8 ha, représentent encore en nombre 44,6 p. 100 et en surface 11,1 p. 100.)

Il semble qu'au cours de l'évolution récente, le nombre des exploitations moyennes se soit accru et que ces dernières occupent actuellement une superficie plus importante.

De plus, il est acquis que le nombre des exploitations de plus de 100 ha va en augmentant ; il serait actuellement (1957) de 149 pour 3.302 exploitations au total.

En résumé, en même temps que le nombre des exploitations paraît avoir diminué depuis une quarantaine d'années, la surface moyenne de l'exploitation qui était en 1929 voisine de 19 ha — c'est le chiffre actuel

pour le pays de Bray — se trouve être, près de 30 ans plus tard, de 43 ha en prés et labours.

Les pays de production animale comme le Charollais (2,5 fois plus de prés que de labours) et le Brionnais (7,3 fois plus de prés) sont à cet égard très différents ; les surfaces moyennes en prés et labours de l'exploitation sont respectivement de 20 ha et de 7,5 ha.

De l'avis général, en Auxois, on a assisté à une élimination progressive de la ferme de moins de 20 ha. Le maintien d'un système extensif d'exploitation conduit à faire de l'exploitation de 40 à 50 ha une exploitation moyenne.

Cette opinion est confirmée par la comparaison des données de la statistique de 1929 et de celles qui ont été réunies par le Comité d'Études et d'Aménagement de l'Auxois pour 1957 (tableau I).

TABLEAU I

Exploitations de :	0-20 ha	20-50 ha	50-100 ha	+ de 100 ha
Pourcentage en 1929	73,9 %	17 %	6,5 %	2,6 %
Pourcentage en 1957	38,5 %	36,5 %	20,5 %	4,5 %

Cette nouvelle répartition s'est réalisée dans une région dont la population totale n'a pas sensiblement varié depuis 20 ans ; elle est de 57.000 habitants environ.

On y observe un certain exode vers les chefs-lieux de canton, de telle sorte que la population agricole qui était en 1936 de 42.500 n'est plus en 1957 que de 38.700. Cette réduction correspond sans doute à un accroissement du secteur tertiaire et une mécanisation plus poussée (1.200 tracteurs environ pour 1957).

Évolution en faveur des spéculations animales. — Autrefois, grenier à blé de la Côte-d'Or, l'Auxois est devenu progressivement un pays d'élevage.

En 1920, on observait, par rapport à la statistique de 1892, une diminution des labours (céréales, plantes sarclées, prairies artificielles) qui avaient perdu 33.000 ha (14 p. 100 environ), tandis que les surfaces consacrées à la prairie naturelle s'augmentaient de 40.000 ha.

En 1892, le rapport $\frac{\text{Herbe}}{\text{Labours}}$ était de 81 p. 100 ; il passe à 117 p. 100 en 1929.

Dans la monographie de Vitteaux (1908), on constate que les cultures ont sensiblement la même étendue que les prairies (730 ha). Le rapport $\frac{\text{Herbe}}{\text{Labours}}$ n'est pas très différent pour une grande exploitation (Myard, 120 p. 100) et pour une petite exploitation de 17 ha (15 *bis*).

Les statistiques de 1949 font état d'une avancée de l'herbe, avec un rapport voisin de 143.

Le pourcentage d'herbe par rapport à la surface agricole utile est, au reste, variable selon les communes. D'une façon générale, il est élevé dans le canton de Semur, de Vitteaux, de Précy-sous-Thil ; il est moindre au nord dans celui de Montbard, à l'est et au sud, dans celui de Bligny.

En gros, dans le canton de Montbard, le pourcentage d'herbages est inférieur à 25 p. 100 ; il est compris entre 26 et 50 p. 100 dans ceux de Venarey-les-Laumes, de Vitteaux, de Sombernon, de Bligny-s-Ouche. Il varie entre 51 et 75 p. 100 dans ceux de Précy-sous-Thil, de Pouilly-en-Auxois, d'Arnay-le-Duc. Il est de plus de 75 p. 100 dans celui de Semur-en-Auxois. (Cf. Carte n° 1 indiquant le pourcentage de prairies.)

Mais le pourcentage de prairies n'est pas seulement variable selon les communes, il semble plus ou moins en relation avec la dimension des exploitations.

Dans les exploitations inférieures à 40 ha, le rapport $\frac{\text{Herbe}}{\text{Labours}}$ est voisin de 1.

Il est notablement plus élevé dans celles qui dépassent 40 ha, supérieur à 2. Nous donnons ci-dessous (tableau n° 2) quelques valeurs de ce rapport pour des exploitations que nous avons visitées.

TABLEAU II

Désignation de l'exploitation	Dimensions	Rapport $\frac{\text{Herbe}}{\text{Labours}} \times 100$
M. R..., à Verchizy	170 ha	750
M. P..., à Corrombles	140 ha	300
M. V..., à Epoissote	125 ha	400
M. G..., à Vic-de-Chamenay	120 ha	200
M. M..., à Mont Berthault	70 ha	250
M. S..., à Brianny	50 ha	100
M. R..., à Vitteaux	40 ha	100

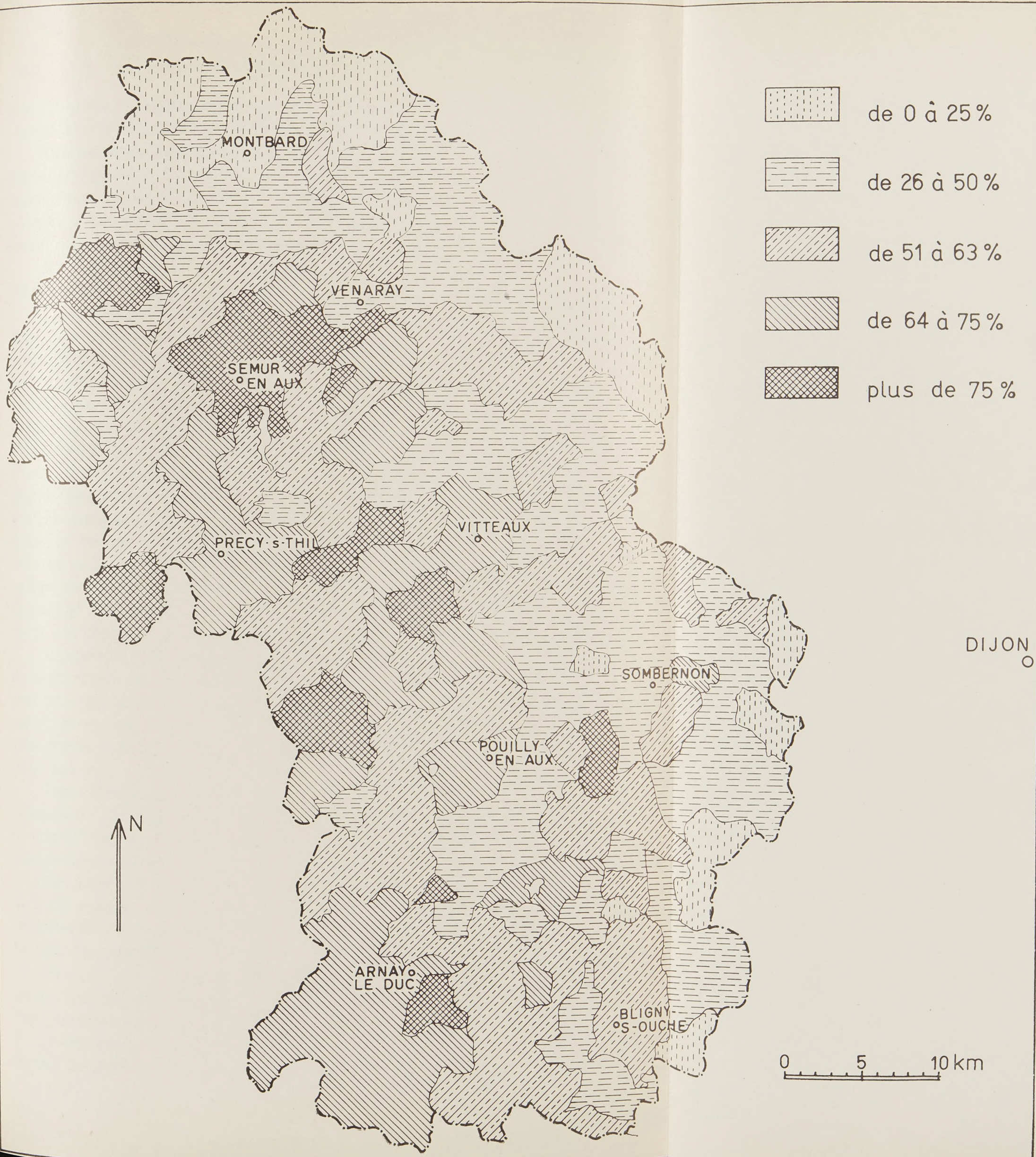
Les chiffres précédents peuvent donner à penser que dans les exploitations d'une cinquantaine d'ha, il y a autant de labours que de prés. En fait, il faut considérer qu'il y a une surface non négligeable de luzerne dans ces moyennes exploitations, de telle sorte que le rapport $\frac{\text{herbe}}{\text{labours}}$ y est plus souvent voisin de 150.

Il semble donc que l'extension de la prairie naturelle ait été plus marquée dans les grandes exploitations que dans les petites. Le manque de main-d'œuvre y a accéléré la progression de l'herbe, mais aussi la possibilité d'investissement plus considérable pour l'achat du bétail.

Les causes profondes de cette orientation de la production vers l'élevage correspondant à un accroissement des herbages sont bien connues.

Il y a d'abord l'augmentation constante du prix de la viande par rapport à celui des céréales. En 1908, on payait 1 kg de viande sur pied avec un peu plus de 2 kg de blé, tandis qu'il en faut actuellement 6 à 8.

D'autre part, il ne semble pas que la production de céréales ait pro-


de 0 à 25 %
de 26 à 50 %
de 51 à 63 %
de 64 à 75 %
plus de 75 %
MONTBARD
VENARAY
SEMUR EN AUX
PRECY-s-THIL
VITTEAUX
DIJON
SOMBERNON
POUILLY EN AUX
N
ARNAY LE DUC
BLIGNY S-OUCHE
0
5
10 km

fité de toutes les améliorations techniques qui ont, dans certaines régions, doublé le rendement de ces cultures dans les quarante dernières années.

Si nous nous reportons aux statistiques officielles de la Direction des Services Agricoles, le rendement en blé pour la Côte-d'Or, se situe aux environs de 19 qx/ha. Il était à Vitteaux en 1908, de 16 qx en moyenne, et dans cette même commune, un rendement de 25 qx/ha est actuellement considéré comme satisfaisant, mais il est souvent dépassé.

Parallèllement à cette extension de l'élevage, la démographie de l'Auxois s'est sensiblement modifiée.

Depuis le derniers tiers du XIXe siècle, la densité de population serait passée de 35 à 30 en 1929 ; elle serait actuellement inférieure à 25 habitants. Quant à la densité de population rurale, elle est de 26 habitants par 100 ha de prés et de labours.

Le nombre d'habitants par commune est de 200 environ pour le canton de Semur, de 120 pour celui de Vitteaux, de 180 pour celui de Pouilly-en-Auxois, de 270 pour celui de Venarey. Certaines, assez nombreuse, ont moins de 70 habitants. Ces chiffres font paraître une densité de population qui est variable, mais généralement faible, au-dessous de 20 au km^2. Il serait sans doute intéressant de préciser une corrélation éventuelle entre la densité kilométrique des communes rurales et le pourcentage d'herbe de la surface agricole utile. Ce que l'on peut dire c'est que dans le canton de Montbard, le plus pauvre en prairies, il y a 33 ruraux pour 100 ha de prés et labours, tandis que dans le canton de Semur, où il y a plus de 75 p. 100 de prairies, cette population rurale est de 22 environ.

Rappelons enfin que la production laitière exige généralement plus de main d'œuvre que l'embouche. C'est ainsi que dans le pays de Bray, surtout orienté vers la production laitière, on conserve une densité kilométrique de 33 habitants. L'exploitation moyenne y est notablement plus petite (19 ha) et on indique pour 1954 l'emploi de 14 travailleurs pour 100 ha.

Dans l'Auxois, étant donné le peu de main-d'œuvre nécessaire à l'embouche, par exemple 2 ouvriers agricoles pour 100 bêtes, le nombre de travailleurs pour 100 ha doit être sensiblement plus bas, probablement aux environs de 10.

De cette faible population de l'Auxois, il ne faudrait pas conclure qu'il est possible d'y trouver de la terre pour l'installation de nouvelles exploitations, comme dans le Gers ou certaines parties de la Champagne. Le moindre terrain mis en vente y est acheté à des prix très élevés.

Nous ne présentons les estimations approximatives qui précèdent qu'en l'absence des résultats de l'enquête de 1955 dont nous souhaitons voir prochainement la publication.

Nous devons également appeler de nos vœux le développement des études de gestion, qui nous permettront d'apprécier correctement la

structure économique de l'Auxois et de définir l'exploitation marginale qui correspond à un plein emploi de la main-d'œuvre.

Ces études économiques ne prendront leur signification que s'il est tenu compte du développement optimum des techniques de production fourragère et des méthodes rationnelles d'élevage.

II. — LES CONDITIONS DE CLIMAT ET DE SOL

A) LE CLIMAT

L'action du climat sur la production fourragère est plus ou moins modifiée par la nature du sol, mais aussi par la topographie, la profondeur du plan d'eau.

Une partie importante des prairies de l'Auxois se situe en bordure de rivières, à proximité de sources vives, échappant ainsi dans une certaine mesure aux inconvénients de sécheresses persistantes, subissant l'effet d'inondation aux périodes de pluies abondantes.

Dans tous les cas, cependant, il n'est pas sans intérêt de connaître la marche des saisons pour une juste appréciation de la production fourragère, même si les données météorologiques varient localement. L'étude du climat peut être abordée de différentes façons.

Par l'examen de la végétation naturelle, on peut définir un climat dans la mesure où cette végétation est comme le reflet des conditions météorologiques. De même, la pratique agricole et horticole est nécessairement conduite à ne retenir que les plantes cultivées adaptées au climat, tant au point de vue spécifique que variétal.

Si les données synthétiques que l'on retire de la connaissance de la flore indigène ou introduite présentent un grand intérêt, elles ne dispensent pas d'étudier analytiquement les facteurs du climat, température, pluviométrie, hygrométrie, etc. ni d'essayer de combiner ces facteurs dans des formules représentatives.

Auparavant, nous rappellerons que l'Auxois, entre le Morvan et le Chatillonnais, possède *un climat de dépression*, c'est-à-dire qu'il est moins humide que celui des régions qui l'entourent et plus continental (saisons intermédiaires courtes, gelées hâtives et tardives, et un second maximum de pluies orageuses en été).

a) Végétation naturelle et plantes cultivées

Ph. Guinier (14) a récemment rappelé, dans une étude consacrée aux forêts de Bourgogne, l'origine des différents éléments floristiques qui composaient ces forêts. Ce sont des éléments méditerranéens comme le Chêne pubescent, l'Erable de Montpellier, *Acer Opulus*, *Fraxinus*

oxyphyllus, le Buis ; des espèces centro-européennes comme l'Orme diffus, le Cornouillier mâle, des éléments montagnards comme l'Erable Sycomore, l'Orme des montagnes, le Sorbier des Oiseleurs. Pour F. LENOBLE, le botaniste qui remonte des rives de la Méditerranée jusqu'en Bourgogne en suivant la vallée du Rhône, puis celle de la Saône, rencontre un certain nombre d'échelons caractérisés par l'exposition, le climat et le sol et renfermant un nombre plus ou moins important d'espèces méditerranéennes.

L'échelon Bourguignon constitué par la Côte de Velars et de Dijon à Santenay, est défini par un enchevêtrement de méditerranéennes, de méditerranéo-montagnardes et de subméditerranéennes.

Mais cette région est moins humide et plus chaude que l'Auxois : la température moyenne annuelle est de 10°7 à Dijon, de 10°2 à Epoisses tandis que la pluviométrie est par an de 640 mm à Beaune, de 670 mm à Dijon, de 760 mm à Pouilly-en-Auxois, de 816 mm à Vitteaux.

Par rapport au Morvan, l'Auxois a une pluviométrie moindre, puisqu'on note pour Chateau-Chinon une valeur moyenne de 1.400 mm pour Saulieu de 925 mm, pour Saint-Prix, de 1.500 mm, avec un nombre moyen de jours de pluie variant entre 150 et 180.

C'est sans doute la raison pour laquelle l'Auxois se caractérise différemment quant à sa composition floristique.

Pour Ch. FLAHAUT, avec le Bazois, il fait partie du secteur du Massif Central qui est inclus dans le domaine des plaines et des basses montagnes de l'Europe occidentale. Il se distingue du Bassigny et du Plateau de Langres, plus continental et plus froid.

Si l'on s'en tient aux observations de F. HUTINEL et J. B. MATTREY sur la flore du Bajocien des environs de Vitteaux, on y note la présence d'espèces de l'Est et du Midi, comme *Arabis arenosa*, *Sorbus Aria*, des éléments subméditerranéens, *Centranthus augustifolius*, des espèces alpines comme *Rhamnus alpina*. Mais on y trouve également des espèces quasi-absentes de la région méditerranéenne, comme le Houx, *Malva Alcea*, *Viburnum Lantana*, d'autres relativement rares dans le midi et l'ouest comme *Senecio viscosus*, *Gentiana Germanica*, *G. Cruciata*, *Dianthus Carthusianorum*, d'autres enfin nettement médio-européennes, comme *Anemone Hepatica*, *Aster Amellus*, *Gagea arenaria*.

L'examen de la Carte de végétation de l'Atlas de France confirme que la flore de l'Auxois est un mélange d'espèces atlantiques et de médio-européennes avec une proportion décroissante de subméditerranéennes.

En ce qui concerne les espèces atlantiques, on sait que leur limite à l'intérieur de notre pays n'est pas toujours facile à préciser.

P. CHOUARD (*Les Divisions écologiques du monde*, Colloques intern. du C. N. R. S., 1955) indique qu'on ne trouve pas à l'est du Morvan *Endymion non-scripta* ; en zone plus continentale, cette espèce est remplacée

par *Scillia bifolia* qui est présente dans les relevés des botanistes bourguignons (*cf.* 2, 3 et 23).

L'indice d'atlanticité d'AMANN dont nous parlerons plus loin, permet une rapide évaluation du caractère océanique d'un climat.

D'une façon générale, on estime que les espèces atlantiques se maintiennent là où la pluviométrie est très élevée et bien répartie et qu'elles s'écartent des zones sèches. Dans l'est, on les retrouve souvent à une certaine altitude.

Pour nous résumer, nous dirons que l'examen de la flore de l'Auxois traduit l'existence d'influences diverses et qu'elle n'est pas typiquement caractérisée, si ce n'est par une élimination des méridionales sensibles au froid et par la présence de certaines espèces médio-européennes.

Dans les prairies très dégradées, nous avons observé en grande abondance *Alopecurus utriculatus*, espèce annuelle à aire très discontinue, commune dans le nord-est, rare ailleurs.

Dans la flore adventice, on a signalé l'existence de *Crepis setosa*, et de *Pterothéca Nemausensis*, toutes deux envahissantes, dans les luzernières. *C. setosa*, apparue il y a une dizaine d'années, est favorisée par les étés chauds. *Bromus inermis*, espèce bien adaptée aux conditions continentales, a été observée entre Dijon et Ruffey-les-Beaune.

Parmi les plantes cultivées, la vigne a presque complètement disparu de l'Auxois ; elle y donnait un vin acide, très médiocre.

On trouve encore çà et là, quelques pieds de Chasselas et du Gamay de juillet (Gamay hâtif des Vosges).

Le maïs n'est pratiquement pas cultivé. Quels espoirs peut-on fonder sur sa culture? A. CAUDERON, X. LASCOLS et H. TOUVIN (5) étudiant le comportement du maïs dans la région de Paris, estiment que la culture de cette plante a de bonnes chances de réussite, quand la température moyenne des cinq mois : mai, juin, juillet, août, septembre, dépasse 17°.

Un examen de la répartition géographique de cette culture justifie cette estimation. Ainsi, pour Bourg-en-Bresse, la température moyenne des mois considérés est de 17°5. Elle est de 17°3 à Dijon, mais elle n'est plus que de 16°6 à Epoisses.

La production de maïs grain en Auxois ne sera donc possible que pour certaines expositions favorables et probablement seulement certaines années.

Quant au maïs fourrage, il risque de souffrir des gelées, qui sont fréquentes jusqu'au début de juin dans les vallées de l'Auxois.

La variété de blé cultivée peut dans une certaine mesure nous renseigner sur des conditions climatiques, mais il faut bien reconnaître que les raisons qui militent en faveur de la culture de telle ou telle variété ne sont pas seulement fondées sur leur adaptabilité. C'est ainsi que si le blé Bellevue est cultivé en Auxois, c'est parce qu'il est très bien pourvu en

paille. Il y a également des engouements qui n'ont pas été confirmés expérimentalement. Actuellement, Etoile de Choisy a peu d'importance. Cappelle est également cultivé et donne des rendements intéressants.

b) Étude des facteurs du climat

Ce sont les températures et les pluviométries mensuelles qui sont le plus couramment indiquées dans les tables météorologiques et ce sont les données dont nous nous servirons en premier lieu.

Pour la région qui nous intéresse, elles sont tirées à la fois du répertoire de l'Office National Météorologique et de l'étude géographique de Mlle Bullier (4).

La compilation de ces chiffres fait apparaître que suivant les localités l'Auxois reçoit de 700 à 900 mm d'eau annuellement.

Si Arnay-le-Duc reçoit 700 mm par an, on peut grouper des localités pour lesquelles la pluviométrie annuelle dépasse 800 mm : Montbard, Grosbois, Pouilly et des localités pour lesquelles elle est inférieure à 800 mm : Grignon, Semur, Epoisses, Marigny-le-Comte.

En somme, la zone la plus arrosée est celle du Haut Auxois ; moins pluvieux relativement sont le Bas Auxois et le Pays des 3 bassins.

Notons encore : Essey, Bligny, moins de 650 mm ; Toutry, Vieux Chateau, moins de 700. Si les chiffres précédents correspondent bien à la réalité, il ne semble pas qu'il y ait une corrélation nette entre les zones de forte pluviométrie et les pourcentages élevés de prairies.

Tableau III

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Moy. ann.
Températures mensuelles													
Dijon	1,6	3,3	6,7	10,3	14,5	17,6	*19,6*	19	16,1	10,9	5,8	3,1	10°7
Epoisses	1,4	3,2	6,9	9,9	13,2	16,8	*19*	18,5	15,4	10,4	5,5	2,9	10°2
Nevers	2,8	4,2	6,8	10,1	14,4	17,2	*19,3*	18,4	15,3	11,1	6,4	4,1	10°8
Neufchatel-en-Bray	3	3,3	7	9,5	14	15,3	*17*	16,5	14,2	9,1	4,2	2,7	9°6
Pluviométrie mensuelle													*T. an.*
Dijon	47	41	50	50	55	69	62	61	54	78	68	61	696
Epoisses	57	47	59	61	62	74	74	61	65	75	61	64	760
Nevers	58	55	61	61	61	74	69	63	59	77	74	73	785
Pouily-en-Auxois	57	52	69	67	69	72	75	64	67	81	83	73	829
Neufchatel-en-Bray	66	52	89	56	55	63	71	71	64	82	72	86	827

Pour nous permettre d'utiles comparaisons, nous donnons ci-dessus les températures et les pluviométries de deux localités de la Côte-d'Or appartenant à des régions climatiques différentes, Dijon et Epoisses

(dans l'Auxois), de Nevers, centre d'une région d'élevage voisine, de Neufchatel-en-Bray qui se situe également dans un pays de production de viande et de lait. Nous donnons aussi la pluviométrie de Pouilly-en-Anxois plus arrosé qu'Epoisses.

Le climat de l'Auxois est du type vosgien ; il se distingue du climat lyonnais par une pluviométrie plus marquée en été.

Bien entendu, on note des variations sensibles dans la pluviométrie suivant les années. Voici, par exemple, les différences observées en 1952 (année pluvieuse) et en 1953 (année sèche) (tableau IV).

TABLEAU IV

	1952	1953	Année Moyenne
Arnay-le-Duc	726	613	700
Pouilly-en-Auxois	843	642	829
Semur-en-Auxois	898	516	752

D'une façon générale, le mois le moins pluvieux est celui de février.

Rappelons l'importance des pluies d'orage d'été, en juin (1953), mais plus souvent en août. Au cours de ces mois d'orage, la pluviométrie mensuelle dépasse souvent 150 mm. Comme d'une façon générale les pluies d'hiver sont peu abondantes, elles laissent peu de réserves pour la pousse de l'herbe après le 30 juin.

Les pluies d'été, généralement brutales, ont moins d'effet utile que celles de printemps, par leur action de ravinement et par l'importance de leur évaporation.

Alors que dans la zone atlantique, c'est souvent la température qui limite la pousse de l'herbe, en Auxois on redoute beaucoup la sécheresse en mars et avril.

Bien que le réchauffement soit nettement marqué en mai, on observe des gelées tardives jusqu'en juin, néfastes notamment au maïs. Les gelées d'avril à mai retardent souvent la pousse de l'herbe. L'humidité de l'air qui règle en partie l'évaporation, est moins élevée dans l'Auxois qu'en Normandie. Pour Rouen, l'humidité de l'air se situe toute l'année au-dessus de 90 à 7 heures du matin et elle est supérieure à 65 à 13 heures. Pour Dijon, cette humidité varie entre 60 à 65 à 7 heures du matin et entre 50 et 60 à 13 heures. Elle est toutefois plus élevée dans l'Auxois, où les brouillards trainent souvent au-dessus des vallées et où il est difficile de faucher avant 10 heures du matin.

c) **Formules représentatives du climat**

Ces formules sont nombreuses et ont fait l'objet il y a quelques années d'une révision d'ensemble par P. CURÉ (9).

Comme l'a rappelé GESLIN (13), pour la végétation seule l'eau qui pénètre dans le sol joue un rôle utile et c'est dans une certaine mesure

pour évaluer l'importance de l'eau disponible, que l'on a proposé des formules qui font intervenir le quotient de la pluviométrie à la température.

Il en est ainsi, par exemple, pour l'indice mensuel d'aridité $\left(\text{Im} = \frac{12\ P}{10 + T}\right)$ (dans lequel P est la pluviométrie mensuelle en mm, T. la température moyenne du mois correspondant).

Pour Semur-en-Auxois, au cours de l'année pluvieuse 1952, l'été a été sec ; les indices mensuels d'aridité ont été respectivement pour juin juillet, août, de 13, 9,5 et 20.

Or, on peut estimer qu'en *prairie naturelle*, la pousse de l'herbe est insignifiante lorsque cet indice est voisin de 15. Au cours de l'année 1953, les mêmes indices ont été de 40, 35 et de 5 ; la sécheresse du mois d'août a été en partie compensée par les pluviométries antérieures.

On arriverait à des conclusions analogues en utilisant les normes que H. Gaussen a utilisées dans l'étude des régions climatiques. Cet auteur compare la pluviométrie à la température pour un même mois ; il trouve que lorsque $P \leqslant 2\ T$ (P en mm — T en centigrades), les plantes souffrent de la sécheresse. Pour Epoisses, si l'on s'en réfère au tableau II, aucune sécheresse n'est prévisible selon les normes moyennes (*cf.* fig. n° 1).

Pour évaluer le caractère plus ou moins atlantique d'un climat, on peut, entre autres, utiliser l'indice hygrothermique d'Amann :

$$T = \frac{PT}{t7 - t1}$$

dans lequel

P = pluviométrie annuelle en mm.
T = température annuelle moyenne en centigrades.
t 7 = température moyenne de juillet.
t 1 = température moyenne de janvier.

Cet indice rend bien compte de ce fait que la pluviométrie abondante favorise l'installation et le maintien des espèces atlantiques. Si l'on compare l'indice d'Amann pour Epoisses, pour Neufchatel-en-Bray et pour Brest, on constate qu'il se situe respectivement aux environs de 350, de 550 et de 1.000 ; ces chiffres nous permettent de nous faire une opinion approximative sur les différences d'atlanticité de ces différentes stations.

B) LE SOL [1]

1° Courtes données géologiques

Nous avons défini géographiquement l'Auxois de la Côte d'Or que nous étudions ici comme cette région qui repose sur des sédiments liasiques, le plus souvent marneux, avec des enclaves granitiques et gnéis-

[1] Nous remercions M. Gouny, Directeur de la Station agronomique de Dijon, qui a bien voulu nous aider dans la rédaction de cette étude des sols de l'Auxois.

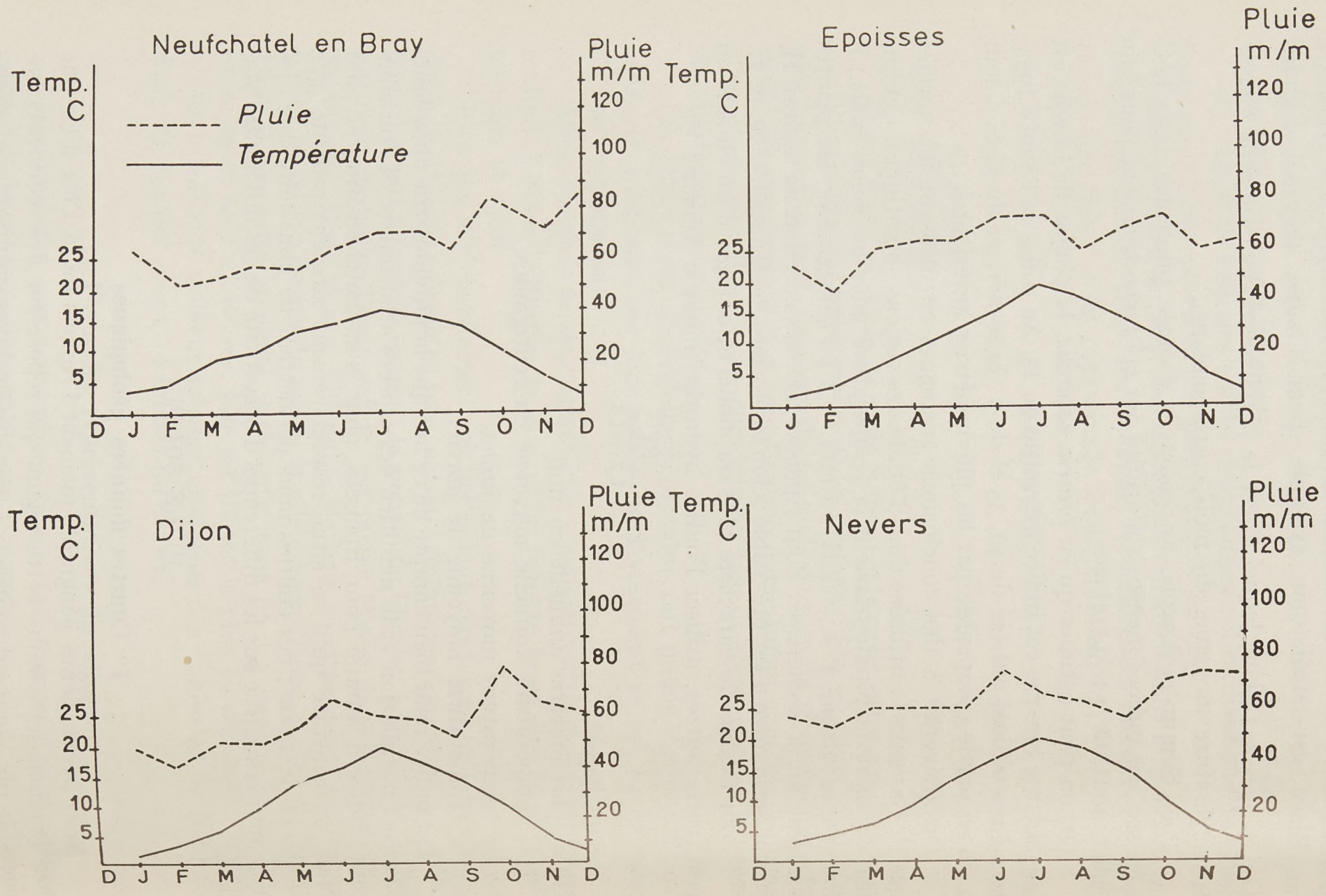

Neufchatel en Bray
Temp. C
Pluie m/m
Pluie
Température
Epoisses
Dijon
Nevers
D J F M A M J J A S O N D
25
20
15
10
5
120
100
80
60
40
20

FIG. 1.

siques et des buttes bajociennes et bathoniennes. Bien que ce soient les sols agricoles qui nous intéressent en fait, nous dirons quelques mots des formations géologiques qui leur ont donné naissance.

La part la plus importante des marnes liasiques de l'Auxois appartient au Lias moyen représenté par divers facies. Ainsi, le Domérien (Vitteaux, Vesvres, Pouillenay) est constitué par des calcaires gréseux, grossiers, à débris gris bleuâtres en profondeur, bruns en surface, entremêlés de marnes.

Un faciès du Lias moyen marneux, plus ancien, comprend des marnes grises, finement micacées, feuilletées, à fossiles rares (Foraminifères). On note également une alternance de calcaires marneux, gris bleuâtres, exploités pour la fabrication de ciments et des couches marneuses feuilletées.

Le Lias inférieur est aussi largement représenté, notamment par des calcaires bleus, à gryphées et des nodules phosphatés du Sinémurien.

Le Trias est peu abondant. Il se présente sous un facies gréseux, grès et arkoses, tantôt friable, tantôt fortement silicifié, représentant vraisemblablement un facies de transgression du Trias supérieur.

Tandis que les marnes du Lias constituent les Terres plaines et les vallées (fonds et versants), les calcaires jurassiques forment les plateaux de l'Auxois.

Le Bajocien inférieur et moyen (30 à 40 m) forme corniche au-dessus du Lias ; la partie la plus épaisse est un calcaire à Entroques. Le Bajocien supérieur présente une alternance de calcaires marneux et de marnes argileuses.

Quant au Bathonien, il est souvent graveleux et ses bancs intérieurs contiennent des silex. On le trouve par taches sur des mamelons délimités par les vallons secs des plateaux.

2° Les sols agricoles

Les sols agricoles dépendent essentiellement de la topographie de l'Auxois. On peut distinguer depuis le fond jusqu'au sommet des pentes un certain nombre de formations que nous examinerons successivement :

a) **Au fond des vallées** : on trouve deux types de sols, les uns dérivés du granit, les plus proches du Morvan, les autres dans la zone nord, colluviaux et alluviaux peu ou pas évolués.

— On retrouve des sols dérivés du granit dans le canton de Sombernon, à Malain, par Sainte-Marie-en-Ouche : ce sont des gneiss granitiques et des grès triasiques. Qu'il s'agisse de granit, ordinaire, de granit granulitique ou de granit gneissique, les sols qui en dérivent sont légers, pauvres en chaux et en acide phosphorique, irrégulièrement pourvus en potasse :

Voici, d'après la Station Agronomique de Saint-Gobain, l'analyse physique de sols de culture dans la région de Saulieu (Ferme de Vil-

morin). Sans doute s'agit-il d'un sol du Morvan, mais en fait sa composition rappelle celle des sols sur granit des fonds de vallées (tableau V).

TABLEAU V

	Sol n° 1	Sol n° 2	Sol n° 3
Sable grossier % terre sèche	42,1	44,4	45,3
Sable fin	25	25,4	22,5
Limon	16,2	16,5	18,5
Argile	16,7	13,7	13,7
	100,0	100,0	100,0
pH	6,6	6,3	6,7

Tous ces sols sont caractérisés par une forte proportion de sable grossier et une teneur relativement faible en argile.

— Au fond des vallées de la zone nord, on trouve des sols argileux colluviaux et alluviaux, peu ou pas évolués. Nous donnons dans le tableau VI des analyses physiques de sols de cette catégorie et le profil d'un sol très argileux, peu évolué (Station Agronomique de Dijon).

TABLEAU VI

Lieu de prélèvement	Profondeur	Pour 100 de terre sèche					pH
		Sable grossier	Sable fin	Limon	Argile	Mat. Org.	
Epoisses	0 — 10 cm.	2	12	42	44	9	6,2
	20 — 40 "	4	11	38	47		6,3
	50 — 60 "	6	11	38	45		6,5
	70 — 80 "	6	7	30	57		6,6
	90 — 100 "	2	7	37	54		6,6
Prairies de la Cne de Vitteaux		4,6	12,4	33,5	42,5	7	
		5,5	16,2	30	46,5	1,8	7,1
		5,1	18,6	28	43	3,4	

b) **Sur les pentes du lias moyen (Charmouthien)**, on distingue des sols bruns argileux, peu évolués, assez largement représentés et des sols plus évolués sur les zones sub-horizontales.

TABLEAU VII

Lieu de prélèvement	Profondeur	Pour 100 de terre sèche					pH
		Sable grossier	Sable fin	Limon	Argile	Mat. organ.	
A. — *Sols peu évolués*							
Corrombles	0 — 15 cm	3	26	39	32	5	6,3
	25 — 55 cm	2	22	40	36		6,2
	90 — 100 cm	5	18	41	36		6,2
Prairies de la Cne de Vitteaux		4,3	21,1	40	31,5	3,1	7,3
Villeneuves/Charigny		5,3	27,7	31,2	35,8		
B. — *Sols évolués*							
Chaillys/Armançon (Cne de Pouilly-en-Auxois)		4	36	38	22		7
Marcignys/Thil (Cne de Précy s/Thil)		7,8	38,5	31,5	22,2		6,8

Nous donnons dans le tableau VII, l'analyse granulométrique de quelques-uns de ces sols et un profil (Station Agronomique de Dijon).

c) **Les limons du plateau Sinémurien** (à l'ouest de Semur) renferment des terres d'aubues, assez largement représentées (tableau VIII).

TABLEAU VIII

Lieu de prélèvement	Profondeur	Pour 100 de terre sèche					pH
		Sable grossier	Sable fin	Limon	Argile	Mt. organ.	
A. — *Limon sur substrat Sinémurien*							
Essey Cne de Pouilly-en-Auxois..		0,3	60,4	28,5	10,8		6,7
B. — *Aubues*							
MontBerthault (Cne de Semur)...	0 — 20 cm	13	31	40	16	2	6,1
	20 — 50 cm	13	27	46	14		6,3
	50 — 60 cm	17	18	42	23		6,1
	80 — 95 cm	11	21	40	28		5,8

Dans le tableau IX, nous donnons quelques indications, d'après Mme MERIAUX et col. sur l'évolution des sols dévivés du lias ; les sols les plus argileux sont d'une façon générale moins évolués.

TABLEAU IX

Teneur argile % terre sèche

	A	B	C	D
Horizon A	45	25–30	10–12	20–25
Horizon B	55–60	35–40	35	45–50
Ind. entrait. argile	1,3	1,1 à 1,4	3 à 3,5	2
pH	voisin de 6	peu ac. ou faib. alc.	un peu ac.	Un peu ac.
Capacité d'échange	élevée	assez élevée	faible	faible

d) Localement, dans la région de Thoste, sur substrat de calcaire Hettangien à hématite, on observe des sols de coloration rouge dont nous donnons un profil prélevé à Mont-Berthault (Canton de Semur) (tableau X).

TABLEAU X

Profondeur	0–15 cm.	15–25 cm.	50–80 cm.
Sable grossier % terre sèche	18	19	9
Sable fin »	25	27	20
Limon »	39	32	28
Argile »	18	22	43
Matière organique »	8,4		
CO_3Ca »	2,6	4,1	2,3

3° Analyse chimique de quelques sols

Nous terminerons ces rapides indications sur les sols de l'Auxois en donnant l'analyse chimique de terres différentes prélevées dans la com-

mune de Vitteaux et dans le canton de Semur. Il s'agit de dosages communiqués par Mme MERRIAUX.

La terre n° 1 est une terre noire, riche en matière organique (9 p. 100) elle a été prélevée à Epoisses.

Les terres n° 2 et 3 ont été prélevées respectivement à Corrombles et à Montberthault (sol rouge).

La terre n° 4, prélevée également à Montberthault, est une « aubue ». Les analyses granulométriques correspondantes ont été données ci-dessus (tableau XI).

TABLEAU XI

	Sol n° 1	Sol n° 2	Sol n° 3	Sol n° 4
pH	6,3	6,2	7	6,1
CO_3Ca % terre sèche			2,6	
Rapport C/N	9,4	10,2	8,2	6,7
P_2O_5 (Barbier	très pauvre	pauvre	pauvre	très pauvre
K_2O (Morgan	riche	un peu	un peu	pauvre
P_2O_5 (Dyer) en p. p. m.	0,087	0,063	0,365	0,072
Capacité d'échange	30	37	34	31
Ca échangeable en milli équiv.	12,6	19,1	38,1	5,3
Mg » »	0,7	6	1,7	0,05
K » »	0,6	0,5	0,7	0,06

Nous noterons la pauvreté des sols d' « aubues ». D'une façon générale, la méthode Barbier Morgan fait apparaître une teneur faible en P_2O_5.

L'extraction de P_2O_5 à l'acide citrique à 2 p. 100 selon la méthode Dyer (G. DEMOLON et LEROUX, Guide pour l'étude expérimentale du sol, 1952, p. 104) donne un classement différent de celui de la méthode Barbier-Morgan, la terre d'aubue y apparaît également mal pourvue en P_2O_5.

III. — LA TECHNIQUE DE LA PRODUCTION ANIMALE

1° La place de l'élevage dans la production agricole (1)

Nous avons rappelé précédemment l'évolution agricole récente de l'Auxois. Comme on le constate dans d'autres circonstances, notamment lors de la première révolution fourragère qui se situe au milieu du XVIIIe siècle et qui s'est développée au cours du siècle dernier, l'accroissement de ressources fourragères a été plus rapide que l'augmentation du troupeau, mais il y a une évidente corrélation entre l'un et l'autre.

Les ressources ne proviennent pas exclusivement de l'herbe, mais aussi de fourrages assolés, et c'est pourquoi, avant d'examiner les techniques de production animale, nous pensons utile de dire quelques mots des assolements suivis, et plus particulièrement des cultures fourragères dont l'importance est considérable pour assurer l'alimentation d'hiver.

(1) La plupart des renseignements contenus dans ce paragraphe sont dus à l'obligeance de notre ami P. RÉMOND, de Précy-sous-Thil.

Assez généralement, l'assolement est triennal : 1re année, betteraves fourragères, pommes de terre, ou jachère cultivée, ou féverole d'hiver ou, encore trèfle violet semé dans une céréale de printemps ; 2e année, blé ; 3e année, orge ou avoine, ou leur mélange. Sur jachère, on sème souvent de la minette.

Le mélange d'orge et d'avoine, désigné sur le nom de *carème*, ou de *trémois*, couramment cultivé autrefois, est abandonné partout où l'on utilise la moissonneuse-batteuse à l'entreprise. On préfère de plus en plus l'orge à l'avoine. Il arrive également que l'on sème une vesce — avoine en tête d'assolement, ou encore de la vesce dans une jachère cultivée.

L'abondance du fumier permet d'apporter 25 tonnes sur betteraves ou pommes de terre, la moitié de cette dose de fumier sur féverole d'hiver. On ne met généralement rien sur trèfle violet.

Lorsque le blé vient après trèfle violet ou sur féverole, on lui donne une demi-fumure (12 t environ), après jachère cultivée, 3/4 de fumure.

Les engrais minéraux sont utilisés sur les cultures sarclées à raison de 600 kg de scories et 100 kg de chlorure de potassium. Sur trèfle violet, on apporte souvent 400 kg de scories.

Lorsque le blé est fait derrière betterave ou pomme de terre, il est d'usage d'apporter 500 kg de scories et 100 kg d'ammonitrate appliqués en une seule fois au tallage.

La technique des labours d'hiver, autrefois inconnue pour les céréales de printemps, se répand rapidement grâce aux progrès de la motorisation ; il s'agit en fait plus de labours d'automne que d'hiver, car à cette saison il est difficile de pénétrer dans ces sols argileux.

Si l'on estime que la plus grande partie des céréales secondaires est consommée sur place, on doit considérer que 80 p. 100 environ des surfaces de l'exploitation sont consacrées à la production fourragère. Le pourcentage de fourrages (prairies comprises) est encore plus élevé dans les grandes exploitations.

On retrouve un pourcentage de 80 p. 100 des prairies et de cultures fourragères dans la monographie de Vitteaux (1908), où l'on note que cette commune possédait, à côté de 130 ha de bois et forêts, 630 ha de prairies (prairies naturelles, embouches et pacages) et 880 ha de terres labourables, comprenant : blé : 300 ha.

— céréales secondaires (seigle, orge, avoine) : 240 ha.

— Plantes sarclées (bet. four., p. de t.) : 110 ha.

— Prairies artificielles (trèfle, luzerne, sainf.) : 75 ha.

— Féveroles, colza, divers : 99 ha.

On se méprendrait gravement si l'on pensait que l'élevage et l'embouche de Charollais était la seule spéculation animale de l'Auxois ; la production laitière, à partir de vaches de la race Tachetée de l'Est, est réalisée dans beaucoup d'exploitations, notamment dans les vallées de

l'Ozerain, de l'Oze, de la Breme. C'est souvent le fait de jeunes agriculteurs actifs, soucieux de hauts rendements et de rentrées d'argent régulières.

La production laitière est en nette progression. La collecte du lait, qui était inférieure à 3 millions de litres en 1939,était de plus de 12 millions de litres en 1950 et de plus de 20,5 millions en 1955.

On sait que trois races bovines se rencontrent dans l'Auxois, la Charollaise productrice de viande, la Tachetée de l'Est et la Brune des Alpes, dont on recherche la production laitière. Sur un cheptel recensé en 1953 de 74.000 bovins, on compte plus de Tachetées de l'Est (près de 38.000) que de Charollais (environ 33.500 têtes) et 9.000 Brunes des Alpes.

Les Charollais dominent dans les cantons d'Arnay-le-Duc (87,5 p. 100) de Pouilly (81 p. 100), de Vénarey (76 p. 100), de Bligny (74 p. 100), de Précy-sous-Thil (62,5 p. 100).

2° L'élevage en plein air

a) **Données générales** : Nous nous bornerons à étudier l'embouche du Charollais, car, conduite de façon toute traditionnelle, cette production nécessite plus particulièrement d'être réalisée rationnellement.

Nous en rappellerons les caractéristiques essentielles.

D'après F. BERTHAULT, il semble que ce soit dans l'ancien Brionnais qu'aient existé, vers 1770, les premières et les meilleures étables d'animaux blancs. De là, ils se sont répandus dans l'ancienne province du Charollais, et jusque sur les rives de la Saône. Le développement de cette production à cette époque a été favorisé par la consommation toujours croissante de Lyon et de ses environs. On vit louer certains herbages à raison de 140 francs par tête de bœuf, de sorte que pour des herbages nourissant deux bêtes à l'ha, le revenu du producteur atteignait 280 francs.

La technique utilisée était la suivante : vers la mi-novembre, lorsque l'herbage a été débarrassé de ses bœufs, on fait tondre par des moutons ou des chevaux les refus existants. Mais parfois également, ces herbes sur pied étaient consommées par des bovins mis à l'herbage, à la mi-mars, ou en avril. L'avantage de cette pratique était de fournir un élément de lest pour compenser l'herbe trop jeune au début du printemps.

On continuait la mise à l'herbe de nouvelles bêtes jusqu'au 15 mai, compte tenu de la pousse de l'herbe.

D'une façon générale, l'acquisition des bêtes d'embouche se faisait de janvier à mai ; les premières achetées recevaient, avant leur mise à l'herbe, *des rougeons*, ou « foin de refus », récoltés dans les herbages les moins chargés de bétail.

Le chargement tenait compte de la fertilité de l'herbage. Les meil-

leurs recevaient surtout des animaux adultes ; mais le plus souvent le chargement était mixte, comprenant des jeunes bêtes qui séjournaient à l'herbage jusqu'à la fin de la saison. Ces derniers sont les plus productifs ; mais on engraissait également les vaches, qui avaient la réputation de mieux utiliser l'herbe que les bœufs.

Il est très probable que beaucoup d'éleveurs de l'Auxois suivent encore actuellement la technique décrite précédemment. Ce qui frappe, c'est qu'à part l'étaupinage, l'entretien des haies et des rigoles d'assainissement, l'herbage est considéré, en définitive, comme une source inépuisable de fourrages produits naturellement par l'heureuse harmonie du sol et du climat. On notera que l'ébousage sur ces herbages relativement peu chargés n'est pas pratiqué : les refus sont consommés par les moutons.

Comme nous verrons plus loin, l'emploi de 500 kg à 1.000 kg de scories potassiques tous les trois ans est le fait d'herbagers qui veulent bien faire.

De rares herbagers utilisent les engrais azotés. Pourtant, l'emploi de 40 à 50 kg d'azote sur certaines bonnes embouches permet de tenir 3 bêtes à l'ha donnant un croît de 450 kg de poids vif. On peut ainsi obtenir un supplément de 150 kg de poids vif avec un rapport de 50 kg d'azote, opération remarquablement rentable.

La plupart des herbages ont une surface de plusieurs hectares et le cloisonnement en parcelles plus petites n'est pas courant. Le dépouillement complet de l'herbe est obtenu souvent par le mélange des bovins, des ovins et des chevaux. Un chargement correct est le fait de l'habilité empirique de l'herbager qui tient compte des conditions météorologiques de l'année, mais en moyenne, on estime qu'une bonne embouche peut engraisser deux bovins et deux à trois agneaux par hectare. En outre, on compte parfois un poulain pour 10 ha ; ce poulain est vendu « laiton » à la boucherie.

Pour un herbage moyen, une charge de 700 kg d'avril à fin septembre est généralement acceptée. Ainsi, on mettra 3 châtrons sur 2 ha ou encore une vache Tachetée de l'Est sur un ha., 3/4 d'ha suffira pour une vache Charollaise, considérée comme moins exigeante.

L'équivalence est 2 Tachetées de l'Est pour 3 Charollaises.

D'une façon générale, on prend le foin sur des prairies de fauche pâturées en regain, différentes des embouches, de telle sorte qu'en fait l'alternance de la fauche et de la pâture n'est pas pratiquée systématiquement.

On estime qu'un demi-hectare de foin de pré suffit pour la nourriture d'hiver d'une vache Tachetée de l'Est, moins pour une Charollaise.

Le prix de location des embouches est variable : de 35 à 50 kg de viande et plus par hectare.

Si les techniques d'exploitation de l'herbe se maintiennent ainsi semblables à elles-mêmes depuis longtemps, l'Auxois a subi de nombreuses évolutions dans son orientation économique. Il y a une forte augmentation du nombre de vaches laitières à partir de 1940 ; puis dans certaines fermes on est revenu à la production de viande, plus par manque de main d'œuvre que par souci de rentabilité. Ces changements d'orientation ne sont pas favorables à la pratique d'une longue et patiente sélection.

b) **Sur quelques exploitations visitées** : La visite d'un certain nombre d'exploitations nous permettra de préciser dans le concret les indications précédentes.

— M. R..., à Verchizy, possède une exploitation de 170 ha dont 20 ha en labours, 7 ha sont cultivés en blé, 10 ha en avoine ou orge. Une grande importance est attachée à la paille des céréales de printemps qui est toujours insuffisante, pour la consommation et la litière. Les rendements en blé se situent aux environs de 25 à 30 q.

Près de la maison d'habitation, l'exploitant dispose d'une prairie pâture de 24 ha. Son nom de Grande Couture indique qu'il s'agit d'anciens labours, sur laquelle se tiennent du 15 avril à fin octobre 1 taureau, 30 vaches et 35 brebis dont les agneaux sont vendus au début d'août.

Les « Aubues » sont une embouche de 2 500 U. F./ha environ, renfermant des zones à Ray grass anglais, Trèfle blanc, Paturin des prés, d'autres à Brome dressé et Minette.

Les « Soilleaux » sont une prairie de fauche sur terre d'aubue, en bordure de rivière de 5 à 6 ha commposée de Fétuque des prés, *Chrysanthemum Leucanthemum*, Centaurée des prés, etc. Présence de « machefer », c'est-à-dire de formations ferrugineuses en sous-sol. Production : 3 t de foin après un premier passage des animaux en avril.

Autre prairie de fauche de médiocre qualité (2,5 t de foin), à Brome dressé, Fétuque des prés, Trèfle blanc, Minette, Pimprenelle, Carotte sauvage, *Cirsium acaule*, *Galium verum*, Porcelle, Pâquerette, Mousses, etc.

— M. P..., à Corrombles, exploite 140 ha dont 35 ha de labours. Les ressources fourragères de l'exploitation proviennent de 105 ha de prairies dont 20 ha de prairies de fauche, et de 7 à 8 ha d'artificielles.

Le cheptel comprend 100 bêtes à corne, 15 chevaux, 80 brebis, soit environs 130 unités de gros bétail pour 85 ha d'embouche, soit un peu plus d'une bête et demi à l'ha pendant 180 jours.

L'alimentation d'hiver est constituée de foin, dont les réserves portent toujours sur 2 ans, de betteraves, de la paille hachée (*bouffe*).

— M. B..., à Pont-le-Massene (Cne de Semur) exploite, outre ses labours, 25 ha d'herbages sur lesquels il entretient suivant les années à

partir du 1er avril ou du 1er mai : 1 taureau, 10 vaches qui prendront 100 kg de poids dans la saison, 10 veaux qui augmenteront de 250 kg.

— M. S..., à Brionny, exploite 50 ha dont la moitié est en pré. Il entretient 40 bêtes dont 12 laitières de race Tachetée de l'Est. Assolement triennal, 4 à 5 ha de luzerne, Blé Cappelle et Aisne à 25 q. Il s'agit d'un herbager réputé pour son élevage, dont les animaux se vendent cher. Il cherche à étendre les surfaces en herbe de son exploitation et dans ce but a semé 5 ha de prairie temporaire d'un mélange complexe du commerce sur labours. Cette prairie établie sur grés arkose (analyse n° 13) irrégulièrement fauchée n'a pas tardé à se dégrader.

Élevage du cheval : 1 poulain « laiton », mis au pâturage, peut facilement gagner 400 kg dans sa saison et être vendu pour la boucherie 60 000 francs (1957).

— M. G..., à Menotoy, près de Vic-de-Channay, exploite 120 ha dont 80 en prairie permanente, et 10 ha de prairie temporaire (trèfle et luzerne). L'exploitation comprend 70 bovins, 840 moutons, 3 chevaux. Le croisement de la vache Tachetée de l'Est par le taureau Charollais est mis en pratique. Utilisation de scories potassiques.

Sur un pré de 5 ha donnant 4 t de foin/ha, on passe à partir du début de juillet 30 agneaux qui prendront chacun 10 kg.

Il s'agit d'une prairie à flore assez médiocre, sur terre d'erbue à fétuque roseau, houque laineuse, fétuque rouge.

— M. A. P..., à Marcigny-sous-Thil, est le seul exploitant visité qui pratique systématiquement la rotation des herbages, sur 6 parcelles de 3 ha. Sur 18 ha on engraisse 30 « embouches » de deux ans qui, pesant 500 kg au début du pâturage, vers le 15 avril, prendront 180 kg d'accroissement au cours de leur saison.

En deux ans, par cette technique de rotation on est passé d'un rendement de 2 000 U. F./ha à 3 000 U. F./ha, sans doute par meilleure utilisation de l'herbe lors du premier passage. Le premier passage des 6 parcelles est généralement terminé fin mai et on pratique jusqu'à 7 passages. De plus, le pâturage d'une parcelle ne dure jamais moins de 5 jours et s'étale parfois sur une quinzaine. Il n'est pas difficile de faire la critique d'une telle façon de faire qui doit conduire rapidement à un surpâturage caractérisé

3° L'alimentation à l'étable

L'alimentation hivernale nécessite une masse importante de fourrages, d'autant que la période de stabulation dure 4 mois environ, de la fin novembre à fin mars et parfois davantage. Cette alimentation est assurée par des récoltes de foin de prairies naturelles ou de prairies artificielles (trèfle ou luzerne), mais aussi par les fourrages de l'assolement, betteraves fourragères, grains des céréales secondaires, paille. Nous avons

déjà signalé quelques types de ration faisant appel au foin, aux betteraves, à la paille. Ces rations seront évidemment différentes suivant qu'il s'agit d'animaux dont on veut maintenir l'état par une satisfaction stricte des besoins d'entretien, ou de vaches laitières, ou encore d'animaux dont on veut poursuivre l'engraissement.

C'est ainsi qu'en général on s'abstient de donner des aliments concentrés aux Charollais, réservant ceux-ci aux vaches auxquelles on apporte souvent 1,500 kg par tête et par jour.

Lorsqu'on veut « finir » à l'étable des animaux de 600 kg, on n'hésite pas à fournir la ration suivante :

Orge } Tourteau }	1 kg
Betteraves	20 kg
Foin	à volonté

Le prix de revient de cette ration est élevé ; il est supérieur à celui du prix de la viande dont s'accroit quotidiennement le bovin (700 g à 1 kg). Mais il assure une bonne valorisation de l'animal en permettant de le faire passer à un tarif de vente supérieur.

L'animal « fin gras » au bout de 2 mois se vend plus cher.

Nous ferons porter nos critiques sur deux éléments de la ration d'hiver.

D'abord sur l'utilisation de la paille qui est considérée comme un élément important de la gymnastique fonctionnelle de la panse. Le besoin de paille se fait sentir non seulement pour la litière, mais pour la ration, et l'on doit se demander si son intérêt n'est pas surestimé eu égard à son prix.

Ensuite sur la qualité du foin de l'Auxois. A Chailly, nous avons examiné deux foins. L'un provenait de la vallée de l'Armançon et renfermait environ 50 p. 100 de tiges d'*Agrostis alba*, 25 p. 100 de flouve et de cretelle, 10 p. 100 de dactyle, un peu de trèfle blanc et de lotier. L'autre, meilleur, contenait de l'*Agrostis*, de la flouve et de la crételle, mais aussi de la fétuque des prés, de la fléole, du ray grass anglais, du trèfle blanc.

Voici l'analyse de 3 foins, le n° 1 fauché sur une prairie humide à Mouthiers-Saint-Jean, les n°s 2 et 3 prélevés à Verchezy (tableau XII).

TABLEAU XII

N° d'ordre	Humidité % de foin	Matière organique	Pour 100 de matière sèche				
			Matière azotée totale	Cellulose brute	Lignine soluble alcali	Sucres solubles (en glucose)	Hémi celluloses
1	10,1	90,5	8,9	34,5	13,8	5,2	16,2
2	12,3	89,5	10,2	30	10	8,1	14,1
3	11,1	91,1	9,7	32,1	6,8	7,3	19,2

Dans le tableau précédent, les sucres solubles et les hémi celluloses ont été dosés selon la technique suivie à Jouy-en-Josas (*cf.* G. Fauconneau et R. Jarrige, composition chimique et valeur nutritive de l'herbe, *Bull. techn. Inform.*, 1957, n° 118).

Nous désignons par lignine soluble dans les alcalis la différence entre l'indice formique et la cellulose brute. Nous ferons, à l'occasion du tableau XII, les observations suivantes :

1° Les foins n°s 2 et 3 sont sensiblement meilleurs que le foin n° 1. Ils sont plus riches en matière azotée totale et en sucres solubles, plus pauvres en cellulose brute et en lignine soluble dans les alcalis ;

2° La valeur fourragère de ces foins est voisine de 0,5 U. F. par kg environ et le rapport $\frac{\text{M. A. D.}}{\text{U. F.}}$ voisin de 100, convient mieux à des bœufs d'engrais qu'à des vaches laitières. Le rapport $\frac{\text{Mat. Azot.}}{\text{cellulose brute}}$ est respectivement de 0,25, de 0,34 et de 0,3.

Le tableau XIII donne des indications sur la composition de la matière minérale des trois échantillons précédents (p. 100 matière sèche).

Tableau XIII

N° d'ordre	Matières minérales	SiO_2 et insoluble	P	Ca	Mg	K	Na
1	9,5	5,1	0,21	0,67	0,16	2	0,04
2	10,5	4,3	0,21	0,76	0,14	2	0,1
3	8,5	2,6	0,22	0,56	0,16	2	0,1

Nous nous bornerons à étudier la valeur de ces foins par rapport à leur teneur en P et en Ca.

Il semble que pour *des bœufs à l'engrais* les quantités de P et de Ca apportées soient suffisantes ; quant au rapport $\frac{\text{calcium}}{\text{phosphore}}$, il est tel que l'utilisation du phosphore n'est pas à son optimum, puisque cet optimum est obtenu lorsque $\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$ est compris entre 1 et 2.

Nous terminerons ce bref exposé sur l'alimentation hivernale en insistant sur son prix de revient élevé : les betteraves fourragères fournissant l'U. F. à 20 francs et plus (2 à 3 francs le kg en 1957) et le foin sensiblement à un taux analogue.

La journée de nourriture est supérieure à 150 francs pour un animal adulte, prix de revient auquel il faut ajouter le coût de la main d'œuvre.

Dans de telles conditions, on comprend l'intérêt qu'il y a à prolonger la période de paturage. Or, bien souvent, peut-être par manque de main d'œuvre, mais surtout par suite de la faiblesse des rendements de la prairie de fauche, l'herbager est conduit à laisser son bétail le plus long-

temps possible dehors. Le gazon surpâturé à l'automne ne dispose plus assez de réserves au printemps pour un bon « démarrage » ; son retard gêne d'autant plus l'exploitant qu'il ne dispose plus de fourrage et doit attendre jusqu'en mai la possibilité d'une production d'herbe suffisante.

La création de réserves sur pied d'une part, l'apport précoce d'engrais azotés sont des techniques aujourd'hui bien connues pour réduire le déficit de fourrages pendant la période hivernale.

IV. — LA PRAIRIE AUXOISE, COMPOSITION BOTANIQUE ET SOL

L'Auxois est réputé pour ses embouches au même titre qu'on parle des riches herbages du pays d'Auge et du Pays de Bray.

On cite avec admiration les prés fameux de Commarin, de Beurizot, ceux de la vallée de l'Armançon.

En réalité, le niveau de production de beaucoup de prairies de l'Auxois est assez faible, de l'ordre de 2 000 U. F. et c'est pour apprécier la valeur fourragère de quelques unes d'entre elles que nous en avons fait l'analyse botanique.

Chaque fois qu'il a été possible, nous avons indiqué le nombre de jours de pâturage de ces prairies et l'accroissement du poids vif des animaux.

Nous avons complété ces renseignements d'une analyse de sol correspondant à la parcelle étudiée.

Le tableau XIV donne la composition botanique des prairies dont le sol a été analysé (tableau XV) ; le pourcentage de chaque espèce est indiqué.

Les tableaux précédents concernent un certain nombre de prairies dont nous donnons ci-dessous la situation et les caractéristiques agricoles. Donnant arbitrairement aux graminées moyennes une valeur deux fois moindre qu'aux bonnes graminées, nous avons indiqué la somme B. + Moy. Gr., dont le pourcentage permet dans une certaine mesure d'estimer la valeur fourragère de chaque prairie.

Prairie n° 1. — Il s'agit d'une embouche très réputée, sise à Epoissotes, lieudit Maison-Dieu. Un des avantages reconnus de cette embouche est d'être surélevée par rapport à la route, « ce qui met en valeur l'aspect des animaux que l'acheteur éventuel aperçoit du dessous ». Toujours pâturée elle craint la sécheresse, mais elle est appréciée pour favoriser la « finition » des animaux. On estime qu'en bonne année, elle assure des accroissements de poids vif de 500 kg/ha. Sur 6 ha pâturent toute la saison 9 à 11 châtrons et il, est possible de réaliser deux « levées » d'un nombre égal d'animaux, de telle sorte qu'on « passe » sur cette embouche une ving-

TABLEAU XIV. — *Analyse botanique des prairies étudiées.*

Nom de l'espèce	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10	N° 11	N° 12
Dactylis glomerata					1,16	5,45					1,37	+
Festuca arundinacea					1,16					1,16		
Festuca pratensis			1,37		5,82		6,12					
Lolium perenne	14,66	1,61	12,33	10,29	16,28	13,63	5,24		3,88	1,16		
Phlaeum pratense		8,06	17,81	1,47								
Phlaeum nodosum										5,81		
Bonnes Graminées	14,66	9,67	31,51	11,76	24,42	19,08	11,36	0	3,88	8,13	1,37	0
Agrostis gigantea				1,47								
Agrostis stolonifera		6,45	1,37	16,48	1,16	4,55			3,88		2,74	
Agrostis stolonifera subsp. palustris								37,5				
Alopecurus pratensis		1,61	1,37	1,47				+				
Arrhenatherum elatius						1,82					2,74	
Helictotrichon pubescens						0,91						1,33
Holcus lanatus		+				+	4,37		5,83			
Poa pratensis	40			2,94	3,49	1,82	9,97			2,33	5,48	1,33
Poa trivialis	28,0	27,43	17,81	22,06	18,60	8,17	12,26		10,68		4,11	+
Trisetum flavescens					1,16						2,74	
Graminées Moyennes	32,0	35,49	20,55	44,42	24,41	17,27	26,60	37,5	20,39	2,33	17,81	2,66
Agropyrum repens	2,67											
Agrostis canina subsp. fascicularis												
Agrostis tenuis			4,11			1,82	5,24		11,65		1,37	12,0
Anthoxanthum odoratum					4,65	2,73	8,75		0,97	2,33	5,48	2,67
Brachypodium pinnatum										+		
Bromus erectus					1,16	1,82				9,30	15,07	2,67
Bromus mollis												1,33
Bromus racemosus		3,23										
Bromus sterilis												
Cynosurus cristatus		1,61	12,33				0,87		6,80	1,16		1,33
Deschampsia cæspitosa		+										
Festuca ovina											10,96	
Festuca rubra	2,67	1,60	1,37		1,16	3,64	7,86		8,74	3,49		18,68
Gaudinia fragilis									5,83	5,81		4,0
Hordeum secalinum	2,67	8,06										2,67

TABLEAU XIV *(suite)*. — *Analyse botanique des prairies étudiées.*

Nom de l'espèce	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10	N° 11	N° 12
Graminées Médiocres	8,01	14,51	17,81	0	6,97	10,01	22,72	0	34,0	22,09	32,88	45,35
Lathyrus pratensis	+	+					2,62			1,16	4,11	
Lotus corniculatus	1,33		1,37		1,16	2,73				12,79	2,74	+
Lotus uliginosus							3,50		2,91			
Medicago lupulina						0,91				2,33	+	
Medicago maculata		+										
Onobrychis sativa										+		
Trifolium pratense	2,67	9,68		1,47	5,82	12,72	1,75		5,83	8,14	12,32	
Trifolium repens	29,33	14,52	16,43	23,54	17,45	3,64	8,75		16,50	6,98	10,96	18,68
Trifolium elegans											1,37	
Trifolium filiforme												1,33
Légumineuses	33,33	24,20	17,8	25,01	24,43	20,0	16,62	0	25,24	31,4	31,50	20,01
Achillea millefolium					2,33	0,91				2,33		5,33
Ajuga reptans						+						
Bellis perennis		+	1,37	1,47		+				+	+	
Caltha palustris								+				
Cardamine pratensis		+				+	0,87	+				
Carex acutiformis												
Carex glauca		+						+		9,30	4,11	
Carex leporina		+						+				
Carex Oederi		+						+				
Carex Sp.							0,87					
Centaurea amara										5,81	+	
Centaurea pratensis	1,33				1,16	3,64	6,12		0,97			1,33
Centaurium umbellatum												+
Cerastium caespitosum					4,65	0,91	0,87		0,97		1,37	4,00
Chrysanthemum Leucanthemum						2,73	+			2,33		2,67
Cichorium Intybus										+	4,11	
Cirsium acaule										+		
Colchicum automnale							+					
Daucus Carota				1,47						1,16	+	
Eryngium campestre										+		
Galium cruciatum												
Galium Mollugo						+						1,33

TABLEAU XIV *(suite et fin)*. — *Analyse botonique des prairies étudiées.*

Nom de l'espèce	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10	N° 11	N° 12
Galium verum										+		2,67
Glechoma hederacea										1,16		
Hieracium Pilosella												
Heracleum Sphondylium												
Juncus effusus								12,5				
Juncus glaucus								12,5				
Juncus silvaticus												
Luzula campestris												+
Luzula verna											+	
Lychnis Flos-Cuculi												
Mousses							4,37		6,80	6,98		1,33
Plantago media				+						1,16		
Plantago lanceolata				+	4,65	6,36	0,87			2,33	1,37	9,33
Potentilla verna										1,16		
Primula veris			+			+	+	+		+	+	
Ranunculus acris		3,23		2,94							2,74	
Ranunculus bulbosus	2,67									2,33		
Ranunculus Flammula								12,5				
Ranunculus repens	4,0	12,9	2,74	5,28	5,82	13,63	5,24	25,0	4,85			1,33
Rumex Acetosa						0,91	0,87				2,74	
Rumex crispus		+							0,97			
Sanguisorba minor										+		1,33
Saxifraga granulata												+
Senecio Jacobaea												+
Silaus pratensis		+										
Taraxacum officinalis	4,0	+	6,85	7,35		2,73	2,62	+	0,97			1,33
Tragopogon pratensis						0,91						
Veronica chamaedrys					1,16	0,91						
Vicia Ervilia											+	
Plantes Diverses	12,0	16,13	10,96	18,51	19,77	33,64	22,70	62,5	15,53	36,05	16,44	31,98
Sol nu			1,37	0,30	3,67				0,97			

TABLEAU XV.

Analyses du sol des prairies étudiées.

Caractéristiques Analytiques	Pr. nº 1	Pr. nº 2	Pr. nº 3	Pr. nº 4	Pr. nº 5	Pr. nº 6	Pr. nº 7	Pr. nº 8	Pr. nº 9	Pr. nº 10	Pr. nº 11	Pr. nº 12	Pr. nº 13
pH eau	7,5	7,3	6,1	6,8	6,7	6,5	5,9	6,1	6,9	7,5	5,9	6,5	5,7
pH KCl	6,9	6,8	5,6	6,2	6,1	6,2	5,1	5,4	6,7	7,0	5,2	6,0	5,5
CO_3Ca %	8,0	1,0								3,8			
Capacité minimum en eau %	67,1	77,2	75,2	70,4	72,2	70,4	67,7	50,1	57,1	73,1	73,6	62,1	58,3
Perte au feu %	16,0	16,4	16,0	12,5	13,0	13,4	11,4	5,7	6,7	10,7	11,5	10,1	14,4
Carbone %	3,4	4,8	5,1	3,7	3,9	3,2	3,4	2,0	2,15	5,3	3,5	3,9	5,75
Azote %	0,41	0,59	0,62	0,42	0,44	0,45	0,36	0,21	0,25	0,48	0,37	0,40	0,52
Rapport C/N	8,4	8,0	8,3	8,8	8,9	7,0	9,5	9,2	8,6	11,2	9,3	9,9	9,1
Barbier-Morgan mgr/kg de terre													
P_2O_5	40	15	10	10	10	20	5	10	10	5	5	40	8
K_2O	80	185	125	90	40	65	35	85	35	80	30	145	65
Éléments Échangeables en Millièq. grs/kg de terre													
Ca	179	170	117	111	100	115	84	39	64	179	84	80	156
Mg	10	28,5	11	13,5	5,5	7,0	3,0	3,5	3,5	5	12,5	8	12,2
K	9	9	6	5	4	3,8	3,0	3,0	2,8	4,6	3,0	6,6	7,8
Na	1,9	2,8	1,7	2	2	1,5	1,2	1,0	1,4	2,0	1,5	22	1,9
Cations totaux échangeables	168	296	235	218	178	230	165	68	106	208	168	170	216
H échangeable		85	160	77	67	103	73	22	34	17	67	73	38

Les dosages ont été réalisés sur la terre fine séchée à l'air.

taine de bovins qui prennait en moyenne 150 kg. Fertilisation : 500 kg scories potassiques par ha et par an. On notera l'importance relativement élevée du « truo » (trèfle blanc) dans ces embouches : il est estimé de l'emboucheur qui apprécie le fourrage qu'il donne en août. Nous pensons que son pourcentage double de celui du Ray grass anglais traduit un certain surpâturage et il est possible que les, années sèches, une telle embouche ait un rendement médiocre. B. et Moy. Gr. : 30,7 p. 100. Sol calcaire qui semble indiquer un bon état de fertilisation phospho-potassique. Teneur en matière organique moyenne et bon rapport C/N.

Prairie n° 2. — C'est aussi une embouche réputée sise à Epoissotes, sur terre noire, humide, dont la flore reflète bien cette humidité : Fléole, *Agrostis stolonifera*, *Ranunculus repens*. La faible importance du Ray grass indique peut-être un sol inondé l'hiver. B. et Moy. Gr. : 27,5 p. 100. Sol calcaire assez riche en matière organique accumulée dans les 5 premiers cm ; relativement riche en K_2O.

Composition d'une prairie voisine : G ; *Festuca arundinacea* (envahissant) *F. pratensis*, *Poa trivialis* (abondant), *P. pratensis*, *Lolium perenne*, *Arrhenaterum élatius*, *Alopecurus pratensis*, *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata*, *Bromus erectus* (abondant), *B. stérilis* ; Lég. *Trifolium repens*, *T. pratense* (abondant), *Lathyrus pratensis*, *Medicago maculata* ; Pl. div. ; *Taraxacum Dens-Leonis*, *Centaurea amara*, *Ranunculus bulbosus*, *Primula veris*. Il s'agit d'une prairie de fauche, pâturée en regain.

Prairie n° 3. — Il s'agit d'une embouche très réputée, dans la vallée de l'Armançon à Eguilly où pâturaient des « mulots ». Feutre relativement peu abondant ; racines superficielles. Le sol est une alluvion moderne provenant du lias.

C'est une embouche occupée du 15 avril au 15 novembre. On y engraisse 2 châtrons de deux ans à l'ha, soit environ 1 000 kg de poids vif. L'accroîssement de poids à l'ha est de 300 kg environ. On commence à « décharger » cette embouche en août-septembre.

Flore des prairies fraîches, mais saines. B. et. Moy. Gr. : 41,8 p. 100. D'après cette estimation arbitraire, ce serait la meilleure des embouches étudiées d'autant que la proximité du plan d'eau lui est favorable. Pas d'excès de trèfle blanc.

Sol assez pauvre en acide phosphorique, ayant tendance à accumuler de la matière organique en surface. Bien pourvue en cations totaux échangeables.

Prairie n° 4. — C'est une pâture, sise à Corrombles, sur limon argileux, près de la ferme de M. P... — B. et Moy. Gr. : 33,8 p. 100. C'est une prairie moyenne, quelque peu surpâturée (25 p. 100 de trèfle blanc, présence de pâquerettes), à départ assez lent au printemps (pourcentage élevé d'*Agrostis*). Voici, d'après Mme Merriaux, l'analyse d'un profil de ce sol :

Pour 1000 de terre fine

Profondeur	Cailloux	Sable grossier	Sable fin	Limon	Argile	Mat. organ.
0– 15 cm.	0	3	26	39	32	3
25– 55 cm.	0	2	22	40	36	
90–100 cm.	0	5	18	41	36	

Sol pauvre en acide phosphorique, assez bien pourvu en Ca échangeable, sans accumulation excessive de matière organique en surface.

Dans la même exploitation, voici la composition botanique d'une cour plantée, très surpâturée : G. — *Poa trivialis* (très abondant), *Agrostis stolonifera* (abondant), *Phlaeum pratense* ; Lég. — *Trifolium repens* (très abondant) ; Pl. div. — *Achillea Millefolium, Ranunculus acris, R. repens, Taraxacum Dens-Leonis, Bellis perennis, Urtica dioica, Gléchoma hederacea, Plantago lanceolata, Galium cruciatum.*

Prairie n° 5. — Elle est située aux environs de Vitteaux. Actuellement pâturée, souvent fauchée, c'est une prairie de vallée, sur sol argileux. Rendement en foin : 4 t/ha environ. C'est une prairie moyenne, assez bien pourvue en bonnes graminées avec présence de plantes de la prairie de fauche (centaurée, Grande Marguerite). B. et Moy. Gr. : 35 p. 100.

Sol pauvre en P_2O_5 et en K_2O, un peu moins riche que les précédentes en Ca échangeable.

Accumulation sans excès de la matière organique en surface.

Prairie n° 6. — Il s'agit d'une prairie permanente, créée il y a 20 ans sur la commune de Vitteaux (Pré du Moulin Blanc). On y apporte 600 kg de scories potassiques à l'ha tous les deux ans. Elle est pâturée depuis trois ans environ, mais elle n'a jamais reçu un chargement élevé. Botaniquement, ces conditions d'exploitation se traduisent par un pourcentage faible de Trèfle blanc, et un taux élevé de Trèfle des prés. B. + Moy. Gr. = 27,6.

Sol un peu analogue au précédent, peut être un peu plus riche en P_2O_5 et K_2O.

Prairie n° 7. — Pré de la Garande, en bordure de la route d'Athie-Armançon à Moutiers-Saint-Jean, chez M. C-B, à la fois fauché et pâturé, loué, 50 kg de viande. Donne 3 t/ha de foin difficile à récolter les années humides, 2 t les années sèches.

Sur « erbue » blanche en haut, sur « erbue » brune en contrebas, zone humide à *Cardamine pratensis*.

B. et Moy. Gr. : 27,2 p. 100. Flore des prairies humides : Houque laineuse, *Lotus uliginosus*, Mousses, *Ranunculus repens*.

Sol d' « erbue », pauvre en P_2O_5 et en Ca échangeable, mais moins filtrant et moins pauvre à cet égard que le suivant.

Prairie n° 8. — Elle est située à Montberthault, chez M. M..., sur une terre d' « erbue » avec concrétions ferrugineuses à 15-20 cm. Une par-

tie a été resemée avec un mélange comprenant du dactyle, de la fléole. La Fléole s'est maintenue avec une relative abondance, ainsi que le Lotier, mais il y a un net envahissement par *Agrostis stolonifera* et *Alopecurus utriculatus*. Prairie humide, tenant environ 1 bête à l'ha. Actuellement, absence de bonnes graminées. *Agrostis stolonifera, var palustris* est l'espèce caractéristique des prairies longtemps inondées ; elle est exclusive d'autres espèces de graminées. Pas de légumineuses. Plus de 60 p. 100 d'espèces de sols inondés (Joncs, *Ranunculus repens, R. Flammula*). Sol plus caractéristique que le précédent parmi les « erbues » : notablement plus filtrant, plus pauvre en Ca et en cations échangeables. Relativement pauvre en matière organique.

Voici, d'après Mme Merriaux, l'analyse physique d'un sol d' « erbue » prélevé chez le même exploitant ; il n'y a ni graviers, ni cailloux.

Pour 1000 de terre fine

Profondeur	Sable grossier	Sable fin	Limon	Argile	Mat. organ.
0–20 cm.	13	31	40	16	2
25–50 cm.	13	27	46	14	
50–60 cm.	17	18	42	23	
80–95 cm.	11	21	30	38	

Prairie n° 9. — Située à Montberthault, chez M. M. sur « erbue », avec « mâchefer » ; elle a reçu en 1955 3 t/ha d'amendements calcaires et en 1956 1 000 kg de scories et 300 kg de chlorure de potasse. Créée il y a quinze ans, elle est aujourd'hui très dégradée.

Une prairie voisine, humide, sur sol à Gley renfermait : G. *Agrostis stolonifera*, var. *palustris, A. tenuis, A. Canina*, var. *fasciculatis, Festuca ovina, Phlaeum pratense*, Pl. div., *Carex flava, Taraxacum Dens-Leonis, Ranunculus repens, Cardamine pratensis*. Dans la même prairie, sur un faciès plus humide, on notait : G. — *Agrostis stolonifera*, var. *palustris, Alopecurus pratensis, Glyceria plicata, Deschampsia caespitosa* ; Pl. div. — *Carex acutiformis, Galium uliginosum, Juncus silvaticus, Caltha palustris, Cardamine pratensis, Lychnis Flos Cuculi, Ranunculus Flammula, Succisa praemorsa, Silaus pratensis, Primula veris.*

La prairie n° 9 a une flore très médiocre. B. et Moy. Gr. : 14 p. 100. Des mousses. Sol un peu plus lourd que le précédent, un peu plus riche en cations échangeables. Pauvre en P_2O_5 et K_2O.

Prairie n° 10. — Sise dans la commune de Vitteaux, sur coteau calcaire, c'est une prairie de fauche très dégradée, assez riche en légumineuses, donnant 2,5 t/ha de foin et un regain pâturé. Valeur fourragère : 1 500 U. F. environ.

D'après Mme Merriaux, il s'agit d'un sol renfermant 74 p. 100 de terre fine, 6. p. 100 de graviers et 20 p. 100 de cailloux. La terre fine con-

tient : Argile : 43 p. 100 ; limon : 28 p. 100 ; sable fin : 18,6 p. 100) dont 1/2 p. 100 calcaire) ; Le coteau a été autrefois cultivé en seigle. Son exploitant propose de retourner le mauvais herbage précédent et d'y semer du ray grass italien et du trèfle violet. Prairie sèche : présence de la forme diploïde de *Phlæum pratense, Bromus erectus*. Relativement riche en légumineuses.

Sol argilo-calcaire, pauvre en P_2O_5, à matière organique enrobée.

Prairie n° 11. — Il s'agit d'un herbage de coteau, sur sol argilo-calcaire, sis à Moutiers-Saint-Jean, chez M. C. B. L'analyse du sol montre une terre décalcifiée en surface.

Absence presque complète de bonnes graminées.

B. et Moy. Gr. : 10,3. Il est probable que le sol a été autrefois cultivé (présence du Sainfoin). Abondance relative de légumineuses comme pour la prairie précédente. Sol pauvre.

Prairie n° 12. — Elle est sise à Montberthault, au lieu dit « Plant de Folie ». C'est une prairie pâturée sur terre rouge de « gravelle » ou « veronne ». Racines formant un feutre important, Flore très médiocre. Sol filtrant relativement riche en P_2O_5 et en K_2O, moyennement riche en Ca échangeable.

Prairie n° 13. — Non analysée botaniquement, comme les précédentes elle est apparue assez pauvre en bonnes espèces (Ray grass, Dactyle). Flouve et crételle, houque laineuse, trèfle blanc. Elle repose sur un sol gréseux de l'exploitation de M. S. de Brionny.

Sol filtrant à sous-sol imperméable, pauvre en P_2O_5, assez riche en K_2O et en Ca échangeable.

Autres prairies étudiées. — Nous avons examiné à Précy-sous-Thil, dans l'exploitation de M. R., une prairie qui s'étendait, par enclos séparé sur 3 types de sol, une « aubue » jaune, un sol reposant sur un calcaire bathonien typique, enfin du granit. Il semble que malgré les différences de ces trois sols filtrants, la végétation abandonnée à elle seule soit une prairie sèche à *Bromus erectus*. Le premier enclos, plus pâturé que les autres, contenait un peu de Ray grass vivace, de Dactyle, de Fétuque roseau, de Pâturin commun, du Pâturin annuel. On notait dans le second : *Alopecurus pratensis*, un peu de Ray-grass, *Agrostis tenuis*, pâturin des prés, pâturin commun, *Trisetum flavescens*, *Senecio jacobaea*, pâquerette.

Sur granit, la partie la mieux pâturée était constituée d'une végétation presque pure de *Poa trivialis* (pâturin commun). La partie la moins bien utilisée était composée de *Bromus erectus, Festuca duriuscula ; Trisetum flavescens, Medicago lupulina, Trifolium filiforme*. Il s'agit de prairies mal exploitées, louées 30 kg de viande à l'ha que l'on charge à 700 kg.

Observations d'ensemble et résumé sur les tableaux XIV et XV

Dans le tableau XIV donnant la composition botanique des prairies visitées, le pourcentage des différentes espèces représentées a été obtenu selon la méthode de l'anneau de 1/4 dm² (cf. L. Hedin et J. M. Lefebvre. Les méthodes d'analyse botanique dans l'étude agronomique des prairies, *Ann. Amél. Plantes*, 1951, nº 3, p. 376-407). Nous examinerons successivement la composition botanique globale de ces prairies et la présence de quelques espèces caractéristiques.

1º **Sur la composition botanique globale**. — D'une façon générale, on note une pauvreté marquée en bonnes graminées qui, dans une certaine mesure, caractérisent la valeur fourragère de la prairie. Seule la prairie nº 1 a un pourcentage relativement élevé de Ray grass anglais, celui d'une prairie de seconde qualité pour les Britanniques ; elle a un taux élevé de Trèfle Blanc.

Pour leur teneur en bonnes graminées, nous retiendrons la prairie nº 5, prairie de vallée, et, avec un pourcentage et un rendement moindres, la prairie nº 6.

La prairie nº 3, embouche réputée de la vallée de l'Armançon, serait la meilleure à cet égard.

La qualité relative de la prairie nº 2, pauvre en bonnes graminées, est due à son approvisionnement en eau, elle ne sèche pas en été.

2º **Sous la présence de quelques espèces caractéristiques.** — La plupart des plantes reconnues au cours de nos inventaires de prairies ne peuvent être considérées comme des caractéristiques climatiques. Nous noterons cependant que sur les sols secs calcaires, *Bromus erectus* est beaucoup plus fréquent que *Brachypodium pinnatum* qu'E. Issler considérait comme plus atlantique, moins fréquent en zone continentale.

On doit considérer la présence des diverses espèces relevées comme caractérisant davantage un mode d'exploitation qu'un type de sol, sauf peut-être des plantes comme *Bromus racemosus, Circium acaule, Phlaeum nodosum* (diploïde) etc. qui se retrouvent dans les sols secs ; *Alopecurus utriculatus, Agrostis stolonifera, var. palustris* végétent en sols inondés.

Le tableau XV d'analyses de terre appelle un certain nombre d'observations.

Nous rappellerons tout d'abord que les prises d'échantillons ont été faites dans les 6 premiers cm. Cette technique que nous suivons depuis un certain nombre d'années à l'avantage de nous renseigner sur la formation de « feutre » dans la partie superficielle du sol de la prairie ; les résultats ainsi obtenus ont une valeur comparative qui nous a permis de dégager d'utiles renseignements. Le pH KCl est obtenu avec une solution normale de KCl. La capacité minimum en eau (cf. L. Hedin et Mlle. M.

Th. Le Cacheux, Humidité des sols et comportement des espèces prairiales, *Ann. Amélior. des Plantes*, janvier-mars 1951, p. 90) permet d'évaluer rapidement la rétention en eau du sol. Le carbone est dosé selon la méthode Anne en utilisant l'ortho-phénantroline comme indicateur.

Quant aux éléments échangeables, ils sont obtenus après percolation avec l'acétate d'ammonium neutre normal. Ca et Mg sont dosés au complexon III, K et Na au photomètre à flamme. Pour les cations totaux échangeables : Distilation en présense de magnésie de l'ammoniac déplacé par une solution chlorhydrique pH[1] de Cl_2Ca.

On notera que les sols n°s 8, 9 et 13, à capacité minimum en eau moindre, sont relativement légers : les deux premiers sont des « erbues » et le dernier est un sol gréseux. (Les prairies sur limon du Pays de Caux ont une capacité minimum en eau voisine de 55 p. 1 000 pour 8 à 12 p. 100 d'argile).

En ce qui concerne l'accumulation de la matière organique, elle est particulièrement marquée pour le sol n° 2, la terre n° 3 de la vallée l'Armançon, le sol n° 10 sur coteau calcaire, le sol n° 13 gréseux à sous-sol imperméable.

Quant au rapport C/N, d'une façon générale, il est relativement, bas, au-dessous de 9, sous ce climat pour lequel il y a destruction de la matière organique, durant la période estivale ; sous climat breton, à étés frais, ce rapport est souvent élevé, supérieur à 10. Seul le sol calcaire n° 10 a un rapport C/N de 11. On sait que dans de tels sols, la matière organique évolue très lentement parce qu'elle est protégée par un enrobement calcaire.

Il y a une correspondance assez bonne entre K Barbier-Morgan et K échangeable, correspondance qui s'explique par l'analogie des attaques.

Les sols d' « erbues », surtout n°s 8 et 9, ont une teneur faible en Ca échangeable. Il en est de même de la somme des cations échangeables.

Cette somme est surtout élevée pour des sols riches en colloïdes argilo-humiques (cap. minim. en eau relativement élevée) et bien fertilisés.

Le sol n° 1 est celui d'une prairie recevant des engrais phospho-potassiques, il est riche en P_2O_5 et K_2O Barbier-Morgan.

On remarquera la richesse en Mg échangeable du sol n° 3 (vallée de l'Armançon).

V. — L'INTENSIFICATION FOURRAGÈRE ET LE DÉVELOPPEMENT DE L'ÉLEVAGE

Il est remarquable qu'avant la dernière guerre, l'accroissement de la surface consacrée à la prairie naturelle a été plus rapide que celui du troupeau.

Il en est résulté une certaine sous-exploitation des herbages les moins

productifs pour lesquels on a négligé l'emploi des engrais : l'exploitation défectueuse des prairies est un phénomène d'extensification agricole bien connue.

C'est également l'insuffisance du bétail qui a freiné le développement de la révolution agricole à la fin du XVIIIe siècle et au cours du XIXe : on sait que cette révolution agricole conduisit à un accroissement des ressources fourragères par le remplacement de la jachère par la prairie artificielle.

Nous devons tenir compte de ces données avec un constant souci d'ajuster la production fourragère aux besoins de la production animale.

Les recherches fourragères ont fait de gros progrès au cours des récentes années et nous sommes en mesure maintenant de guider utilement les agriculteurs sur la voie de l'intensification fourragère. Mais il n'est pas suffisant d'accroître la masse de fourrages disponibles ; il faut bien les utiliser et l'utilisation correcte nécessite une évaluation précise du besoin des animaux.

Pour la prairie pâturée, le problème se pose non seulement d'en augmenter le rendement, mais de mieux l'exploiter. Ce sont les deux aspects que nous examinerons successivement.

1° L'accroissement des ressources fourragères

Si ces ressources sont suffisantes dans les conditions actuelles, il n'en sera pas de même si l'on envisage un « aménagement de l'Auxois » les conditions d'élevage extensif qui prévalent actuellement nous sont bien connues. Elles correspondent à un équilibre qui est celui des régions peu évoluées techniquement et ne sont malheureusement pas spéciales à l'Auxois.

Avec beaucoup de pénétration, R. JARRIGE et B. L. DUMONT (16) les ont caractérisées en bloc comme celles des régions de races à viande. Elles ont l'avantage d'utiliser une technique simple et relativement peu exigeante en main d'œuvre, à l'exception des premières semaines où il faut surveiller les veaux et traire l'excédent de lait produit par certaines mères. Elles permettent de « valoriser des aliments grossiers de faible valeur nutritive, sans avoir à acheter des concentrés coûteux ». Elles exigent « un logement des animaux plus économique ». Mais elles ont l'inconvénient d'une faible productivité : immobilisation pendant toute l'année d'une vache pour élever un veau qui reste son seul produit et rotation très lente des capitaux. Pour un cheptel donné, le tiers seulement environ constituera les ventes de l'année.

Ces données font comprendre la faiblesse du revenu brut de l'exploitation, ainsi qu'il résulte des comptes de gestion pour des exploitations de plus de 80 ha : pour les trois exploitations de tête, ce revenu brut attei-

gnait 43 000 francs l'ha. Pour la moyenne 40 000 francs et pour les trois moins bonnes 34 000 francs par ha. Le revenu net était presque nul pour la moyenne des exploitations et déficitaire pour les moins bonnes (année 1956).

Cependant les investissements se situent entre 100 et 120.000 francs l'ha dont 20 à 25 000 francs cheptel mort, 65 à 70 de cheptel vif, de 15 à 25 000 francs en capitaux liquides.

Ces chiffres sont à peine inférieurs à ceux du pays d'Auge, pays de production laitière exigeant plus de main d'œuvre et dont les exploitations sont plus petites (17 ha).

Dans l'un et l'autre cas, l'économie pratiquée est celle qui est propre « aux régions de pâturages relativement pauvres (sol, sécheresse d'été fréquente) ou difficile à améliorer (relief, équipement insuffisant) » (R. JARRIGE et B. M. DUMONT).

Or, ni dans le pays d'Auge, ni dans l'Auxois, on est en présence de sols médiocres impossibles à travailler. De plus, l'Auxois a l'avantage de ne pas avoir complètement éliminé ses labours, comme le Bessin ou la Manche. Il lui est possible d'utiliser du matériel de culture qui est absent dans certains pays d'élevage. Pour réaliser son intensification fourragère, il lui est possible d'envisager plusieurs solutions.

Mais en fait, le choix des techniques à mettre en œuvre dépend des moyens dont dispose l'exploitant, tant du point de vue de ses disponibilités financières que de ses aptitudes techniques. Le plus souvent, on ne pourra passer à l'intensification fourragère que selon un plan bien déterminé et en procédant à des essais préalables,et seulement par paliers successifs, dans la mesure où des prix de revient plus avantageux permettent l'auto-financement de l'exploitation.

Rappelons rapidement les modalités aujourd'hui bien connues de cette intensification fourragère.

a) **Amélioration des prairies naturelles.** — Nous pensons que les investissements nécessaires pour réaliser cette amélioration ne sont rentables que pour des prairies de qualité moyenne, sur lesquelles on peut obtenir au moins 3 000 U F. Botaniquement ce sont des prés renfermant de 15 à 30 p. 100 de bonnes graminées. Ray Grass anglais, Dactyle, Fétuque des prés, Fléole et assez peu de plantes à rosettes (Porcelle, pâquerette, *Plantago media*, etc.). On peut espérer que la puissance d'expansion des bonnes espèces sera favorisée rapidement à la fois par la fertilisation et la bonne exploitation.

Il faut probablement tenir compte de ce fait que sur le climat continental de l'Auxois, sauf dans les vallées fraîches, l'abondance du Ray grass anglais peut faire redouter la médiocrité des rendements les années sèches.

La technique d'amélioration des prairies naturelles a été souvent

décrite. Elle est fondée sur la fertilisation et sur l'exploitation rationnelle.

— Fertilisation : emploi de scories potassiques ou de superphosphate (500 à 600 kg/ha et par an), d'engrais azotés (60 à 80 unités d'azote). L'apport d'engrais dépend évidemment de la richesse du sol, mais surtout du niveau de production que l'on se propose d'atteindre. On doit estimer qu'en ce domaine, si l'on possède du bétail en quantité suffisante, on est loin de la limite du rendement moins que proportionnel, notamment en ce qui concerne l'apport d'engrais azotés, là où la flore est de, qualité suffisante pour « répondre » ; les apports fractionnés ne doivent pas être inférieurs à 40 unités d'azote.

Il faut bien voir que l'apport d'engrais (P_2O_5 et N) a pour premier résultat d'augmenter le rendement en matière sèche, mais que la teneur de la matière sèche en P_2O_5 et N peut être moindre que celle de la matière sèche de la prairie non fertilisée. L'augmentation de cette teneur n'est souvent obtenue qu'avec une fertilisation plus importante.

— *Exploitation rationnelle* : Elle consiste à mettre les animaux en contact avec l'herbe qui convient à leurs besoins, plus courte pour des vaches laitières (15 à 20 cm) que pour des bovins à l'engrais (20 à 30 cm), tout au moins au début de l'engraissement, quand l'appétit des animaux est bon.

Malgré l'habileté de l'herbager, les grands enclos de plusieurs hectares, même si les refus sont dépouillés par les moutons ou les chevaux, conduisent à une exploitation défectueuse comprenant à la fois du sous-pâturage et du sur-pâturage. Le cloisonnement qui consiste à laisser le bétail dans des parcelles moins étendues pendant 8 à 15 jours est nettement insuffisant. On emploiera la clôture électrique avec fil empêchant le retour sur l'herbe pâturée les jours précédents, 80 à 100 m_2 par jour et par animal conviennent généralement.

Cette technique suppose la possibilité d'approvisionnement quotidien du bétail en eau. On observera, entre chaque passage d'animaux, un temps de repos suffisant pour laisser à l'herbe la possibilité de reprendre une taille normale. Suivant les années, le nombre de passages sera de 3 à 4, avec une fauche qu'on réalisera une fois par an pour l'ensemble de la prairie.

b) **Création de prairies temporaires.** — Là où la prairie ne peut être améliorée par fertilisation et bonne exploitation, parce qu'elle est trop « dégradée », fournissant moins de 3 500 U. F., il est possible de la retourner, on installera directement ou mieux après deux ou trois ans de culture, une prairie temporaire de courte durée (3 à 4 ans) composée d'une graminée et d'une légumineuse (Trèfle blanc, luzerne, sainfoin, lotier).

On se rappellera que le retournement d'une prairie assez bonne de 3 500 U. F. ne paie les frais inhérents à ce retournement que si la prairie

temporaire, fertilisée suffisamment et exploitée correctement, a un rendement supérieur à la prairie permanente qu'elle remplace d'au moins 2 000 U. F.

C'est là un objectif qui n'est pas particulièrement difficile à obtenir, notamment les années sèches, pour des exploitants dont la préocupation essentielle est la production fourragère.

La pratique de la prairie temporaire n'est pas courante en Auxois mais elle l'est dans une région d'embouche analogue, le Nivernais.

Ces prairies y sont désignées sous le nom de « pâtures » et leur importance s'accroît chaque année. Elles rentrent dans l'assolement pour 4 à 6 ans. Mais en fait nous avons pu constater que les légumineuses y jouent un rôle excessif. Le trèfle violet et le trèfle hybride y dominent, masquant les graminées et la prairie temporaire disparaît avec les légumineuses.

L'exemple Nivernais n'est à retenir que dans son principe, non dans son exécution. Il faut conseiller l'établissement des prairies temporaires à base de trèfle blanc (1 kg/ha) avec du dactyle (20 kg/ha), de la fétuque des prés (20 kg/ha), de la fléole (6 kg/ha) ou du ray grass anglais (15 kg/ha).

Il serait souhaitable d'établir des chaînes de pâturage comme il a été réalisé dans certaines régions (Seine-Maritime par exemple).

Dans les stations particulièrement sèches, on pourra remplacer le trèfle blanc par le lotier.

La culture de la luzerne hors assolement est bien connue en Auxois. On insistera sur l'emploi des luzernes du type Flamand, de préférence au « Provence » susceptibles d'être détruites par le froid, mais surtout il faut semer en sol nu pour avoir toutes les chances d'un bon établissement.

Il est difficile de faire pâturer de la luzerne pure et souvent de l'utiliser. Il faut l'associer à un Dactyle ou une Fétuque des prés semés en lignes alternées. Sous le climat continental de l'Auxois, il y aura également intérêt à mettre en expérimentation comme graminée compagne de la Luzerne, la Fléole et aussi probablement le Brôme inerme. Dans de telles conditions, on protège la luzernière contre l'envahissement des mauvaises herbes, on améliore, sensiblement la digestibilité du fourrage, on facilite l'ensilage et le fanage.

Pour la prairie temporaire, le but à atteindre est non seulement d'augmenter les ressources fourragères, mais d'étendre la période de pâturage à la fois au printemps et à l'automne et de constituer des réserves pour le pâturage d'hiver.

En l'absence de réalisations locales actuelles, il y aura grand intérêt à s'inspirer des résultats obtenus au Centre Agricole de Pixérécourt (Meurthe-et-Moselle).

c) **Les fourrages assolés.** — Nous avons vu que le trèfle violet intervenait dans l'assolement après une céréale de printemps dans laquelle il est semé. On utilise également la Féverole d'hiver en tête d'assolement.

Nous pensons que très souvent l'association Trèfle violet-Ray grass italien (10 à 15 kg/ha) améliorait le rendement, dans tous les cas où les attaques de *Sclerotinia* risquent de détruire la légumineuse. Partout cette association a rendu les plus grands services.

La betterave fourragère a également sa place dans l'assolement. Les variétés ordinairement cultivées ont le tort de fournir l'unité fourragère pauvre en matière azotée digestible, à un prix élevé (aux environs de 20 F. en 1957). Il y aurait à préciser l'intérêt des variétés riches en matière sèche, ou même encore à étudier les conditions du remplacement de la betterave par le chou fourrager, soit pour la pâture à la clôture électrique, soit pour l'affouragement à l'étable qui suffit à doubler le coût de l'unité fourragère pâturée.

D'après M. Remond, le Chou Caulet des Flandres a donné satisfaction deux ans de suite dans le région des Précy-sous-Thil. Ce serait, selon G. Delcure (10), une variété ayant une bonne résistance au froid.

Autres fourrages à expérimenter : s'il trouve suffisamment de chaleur, le Sorgho sucré « ou Sudan-Grass », plus résistant que le Maïs à la sécheresse et plus facile à récolter ; le Topinambour dont la valeur fourragère des tiges et des feuilles présentent un grand intérêt si l'arrachage des tubercules dans ces sols lourds est difficile ; le Tournesol fourrager qui a fait l'objet d'un essai encourageant à Précy-sous-Thil.

2° L'utilisation rationnelle du fourrage

L'intensification fourragère n'a de sens que si elle permet une utilisation rationnelle des fourrages produits. Elle nécessite non seulement des investissements supplémentaires par un accroissement du cheptel, mais aussi une technicité plus grande de l'herbager, et parfois une nouvelle orientation de la production animale.

a) **Accroissement des investissements.** — Il n'est parfois pas possible à l'emboucheur qui a augmenté ses ressources fourragères d'accroître son troupeau assez rapidement. Sans doute l'embouche permet-elle une rapide valorisation, en 150 jours environ, d'un capital assez important. La production laitière peut être augmentée sensiblement par un meilleur affouragement avec le même cheptel. Dans de telles conditions, on conçoit qu'un herbager qui dispose d'un plus grand nombre d'unités fourragères, mais doit limiter ses investissements, se tourne vers la production du lait dont les revenus sont réguliers, surtout s'il ne manque pas trop de main-d'œuvre : c'est le cas de M. C. B., à Mouthiers-Saint-Jean, jeune agriculteur, qui fait des prairies temporaires.

Quant à la production et l'engraissement d'animaux de 30 mois, il nécessite de gros investissements, et c'est la raison pour laquelle se pose la question de savoir s'il y a intérêt à ce que l'élevage et l'embouche soient réalisés par les mêmes cultivateurs.

On préconise en Grande-Bretagne la spécialisation de fermes pour la production des veaux, car on estime qu'il n'y a pas intérêt à ce que les petites fermes laitières se préoccupent de l'élevage des veaux. L'approvisionnement en bétail maigre pour l'embouche peut être ainsi facilité.

b) **Élevage des veaux.** — Il est courant de nourrir les veaux, au moins pendant deux mois, au lait entier dont le coût est élevé. A cette dépense s'ajoutent les frais de la production du veau : saillie, immobilisation de la mère, etc. ; le prix de revient s'en trouve fortement accru.

Pour réduire l'emploi d'une nourriture chère, de 400 l à 200 l et peut être moins, de nombreuses recherches ont été entreprises, notamment à l'étranger, mais aussi en France.

Pour des veaux à l'étable, dès l'âge de deux à trois semaines, on peut commencer à remplacer progressivement le lait entier par du lait écrémé et à leur donner 150 à 500 g de bon foin par jour à deux mois, 500 à 750 g à trois mois. La ration est complétée par du grain (500 g au 2e mois).

En France, la mise à l'herbe précoce des veaux a été étudiée par J. Coleou (7 et 8) qui a rappelé qu'à la Station de New Jersey, les veaux ne consomment pas plus de 90 l de lait entier qui figure dans la ration au cours des premiers mois.

Les récentes observations de T. R. Preston (19) tendent à montrer l'intérêt qu'il y a, lorsqu'on réalise une mise à l'herbe précoce des veaux, à protéger les jeunes élèves au pâturage contre les variations brusques de température, la pluie et le parasitisme des vers intestinaux. Contre ce parasitisme, les meilleurs moyens de lutte semblent être l'affourragement avec une herbe de qualité, une densité de chargement réduite et l'installation d'abris contre la pluie.

La technique mise au point par J. Coleou consiste à grouper les animaux du même âge dans les mêmes parcs, à utiliser le pâturage au piquet en bandes parallèles, à ne pas épandre les bouses, à exploiter la prairie temporaire qui sera fréquemment retournée avec une fauche par an.

Même si des mises au point sont encore nécessaires pour abandonner les jeunes veaux au pâturage dans une grande parcelle ou derrière la clôture électrique, nous retiendrons que l'herbe des prairies temporaires, quelle que soit l'espèce cultivée, constitue, un complément très avantageux pour l'alimentation des jeunes : ce complément peut couvrir 25 p. 100 des besoins alimentaires à 8 semaines, 65 p. 100 à 16 semaines, 80 p. 100 à 20 semaines (8).

c) **Engraissement des bovins.** — Nous avons décrit les grandes embouches de l'Auxois et les conditions de leur exploitation. Le « chargement » est réalisé progressivement dès le mois d'avril et la présence de moutons et de chevaux, associés aux bovins, favorise l'élimination des « topeaux » (refus) qui se trouvent ainsi « rapés » (tondus). L'embouche se trouve ainsi occupée pendant toute la période de végétation.

Dans une certaine mesure, on peut considérer que ce pâturage sélectif convient bien à des animaux à l'engrais dont l'appétit doit être maintenu et qui doivent consommer jusqu'à 12 U. F. par jour. Le prestige du « truo » (trèfle Blanc), empiriquement reconnu, à condition qu'il n'occupe pas plus de 20 p. 100 de la surface, se justifie peut-être par son appétence. GARRIGUS et FORBES, cités par FAUCONNEAU (11), ont en effet montré que les jeunes animaux pouvaient consommer en matière sèche 11,300 kg de trèfle ladino et seulement 5,500 kg de Fétuque Kentucky 31.

La pratique du cloisonnement et surtout l'utilisation des prairies temporaires si elles conduisent à mettre à la disposition de l'herbager plus de fourrages, nécessitent une technique d'exploitation moins empirique. Elles impliquent un « repos de l'herbe », c'est-à-dire un retour sur la même parcelle dont la fréquence ne dépasse pas 4 à 5 passages par an, une tontequi laisse en place les tout derniers entre-nœuds à partir desquels se reforment les nouvelles pousses. Dans l'expérimentation de SULLIVAN et SPRAGUE, les réserves des racines chez le Ray grass descendent jusqu'au point le plus bas 11 jours après la coupe et il y a reconstitution des réserves 4 semaines après cette dernière. Sans doute ces résultats sont-ils variables suivant les variétés, les conditions de climat et de date d'exploitation ; mais il est certain que le pâturage avant ce temps réduit les réserves et affaiblit dangereusement la plante.

Pour maintenir l'appétibilité d'espèces comme le Dactyle, l'apport d'engrais azotés est indispensable, car il est souvent difficile de réaliser l'équilibre dactyle-trèfle blanc apprécié des animaux.

En définitive, on se rappellera que dans les prairies temporaires, l'animal ne choisit pas son herbe et qu'il appartient à l'herbager de lui présenter la nourriture qui convient le mieux à ses besoins d'entretien et de production si l'on veut avoir une utilisation maximum. Il ne faut pas craindre un gaspillage de protéine qui se retrouve en partie dans les déjections, si l'herbe jeune est mieux appétée par le bétail. En Normandie, nous avons enregistré des accroissements de poids vif dépassant 500 kg dans les embouches pâturées au stade 15 à 20 cm.

d) **Production laitière.** — Nous n'insisterons pas sur l'utilisation de l'herbe par la vache laitière ; les techniques de pâturage en sont maintenant relativement bien connues.

e) **Alimentation d'hiver.** — Nous nous bornerons à rappeler que, selon JARRIGE et FAUCONNEAU, la distribution de betteraves danoises du type

Rod otofte à raison de 4 à 6 p. 100 du poids d'animaux de 7 à 8 mois au début de l'expérience, a permis d'augmenter la quantité et la concentration énergétique de la matière sèche consommée (foin de luzerne + betteraves) et de réaliser des gains de l'ordre de 900 g sans concentré. Mais on ne doit pas perdre de vue que l'unité fourragère de la betterave est d'un prix relativement élevé.

Il faut chercher à étendre au maximum la période de pâturage tant au printemps qu'à l'automne, constituer des réserves sur pied, et pour cela, ainsi que nous le proposerons dans nos conclusions, expérimenter des « chaînes » de pâturages.

CONCLUSIONS

En étudiant l'intensification fourragère de l'Auxois, nous n'ignorions pas que les problèmes qui se posaient à cette région, étaient à peu près les mêmes pour d'autres zones d'embouche ; Creuse, Allier, Cher, Nivernais, avec des variantes dues au climat, aux sols, aux modes d'exploitation, à l'importance des exploitations.

Mais il faut de plus bien voir que cette intensification n'a pas seulement pour résultat d'accroître les ressources de fourrages de l'exploitation, mais aussi d'abaisser le prix de revient de l'unité fourragère.

De plus, pour se développer librement, elle doit s'adapter aux conditions de la structure agraire de la région et tenir compte de la formation technique actuelle des herbagers et de leurs possibilités d'investissements. Il y a là des impératifs qu'il ne faut pas méconnaître.

C'est aux services de vulgarisation qu'incombe la responsabilité de la diffusion des méthodes d'intensification, car ils sont en mesure d'apprécier exactement ce qu'il est possible de préconiser dans l'immédiat, et de tenir compte des réalisations obtenues par les meilleurs agriculteurs.

Notre but était de dire les conditions récentes de production et d'exploitation de l'herbe dans l'Auxois et de rappeler les résultats acquis au cours des dernières années par la Recherche, mais nous savons bien que de multiples mises au point locales sont nécessaires.

Dès maintenant, nous pensons que les herbagers de l'Auxois auront intérêt à se documenter sur les efforts réalisés par les C. E. T. A. du Nivernais. Pour étendre le plus longtemps possible les périodes de pâturage, la ferme de la Motte à Sincey-le-Rouvray (ar. de Montbard) a constitué des réserves sur pied que des élèves ont pâturé tout l'hiver sauf pendant les périodes trop humides : l'accroissement de poids des animaux d'un an a été important ; les animaux de deux ans ont maintenu leur poids. Le fourrage pâturé était un dactyle qui renfermait 10 p. 100 de mat. azotée totale.

Il semble que les meilleurs agriculteurs s'attardent encore à des essais

de techniques condamnées depuis longtemps : semis de prairies temporaires sous couverture, fertilisation sans azote ou avec des doses trop faibles. C'est la raison pour laquelle nous pensons utile de proposer le programme d'essais suivants, portant d'une part sur l'amélioration possible de la prairie naturelle et la mise en place de prairies temporaires correctement exploitées, d'autre part sur un accroissement fourrager des fourrages assolés.

L'objectif principal est d'étendre au maximum la période de pâturage et de réduire le prix de revient de l'unité fourragère.

1° **Exploitation plus rationnelle de la prairie naturelle.**

Dans les *meilleures prairies*, des rendements sensiblement plus importants peuvent être obtenus par une meilleure exploitation et une fertilisation plus généreuse.

a) Cette meilleure exploitation implique un temps de repousse suffisant entre deux passages, le pâturage à la clôture électrique, avec un fil empêchant le retour sur la parcelle, déjà pâturée avec alternance de la fauche et de la pâture.

Cette technique, si souvent décrite, est encore mal appliquée, là où l'on se contente de parcelles fixes trop grandes et en trop petit nombre, avec des temps de pâturage de plus de 10 jours.

Nous nous bornerons à rappeler les inconvénients d'un pâturage tardif excessif qui nuit au bon départ de la végétation au printemps (*Cf.* H. K. Baker) (1).

b) Beaucoup d'herbagers de l'Auxois en demeurent à la fertilisation phospho-potassique. L'emploi de l'azote doit être plus largement diffusé : sous ce climat continental, il faudra s'assurer de la supériorité de la forme nitrique préconisée par J. Rebischung à la suite de ses essais de Courcelles-Chaussy.

2° **Prairies temporaires.**

a) Association trèfle blanc + graminée vivace (ray grass vivace, dactyle, fléole, fétuque des prés, fétuque-roseau de précocité différente), établie pour réaliser un échelonnement dans la production de fourrage pâturé.

b) Association luzerne + graminée vivace,

— recherche de types de luzerne et de variétés de graminées dont les rythmes de végétations correspondent.

— étude des réserves sur pied pour l'hiver.

c) Association lotier + dactyle sur coteaux calcaires peu profonds à comparer avec l'ass-lotier-fétuque roseau.

3° **Assolement Fourrager.**

— Association trèfle violet + ray grass italien, et sur coteau calcaire, association sainfoin + ray grass italien.

— Ray grass italien (type Rina et type Rita) en cultures principale et dérobée ; valeur fourragère pendant la période hivernale.

— Betterave fourragère : expérimentation sur les variétés demi-sucrières et à haute teneur en matière sèche. Il faut accroître sensiblement le rendement de la betterave au-dessus de 9.000 U. F. pour que sa culture se justifie à une époque où la main-d'œuvre est très réduite et pour qu'elle ne soit pas concurrencée par celle du chou-fourrager.

— Chou-fourrager : la monographie de Vitteaux indique qu'il est cultivé depuis longtemps en Auxois. Il faut rechercher les variétés résistantes au froid (chou Cavalier rouge) et le faire pâturer à la clôture électrique.

— Maïs, Sudan grass, Tournesol : Si le maïs ne peut être cultivé que dans certaines expositions chaudes, ne redoutant pas les gelées printanières, on peut essayer la culture du sudan grass dont la récolte et l'ensilage sont assez faciles et dont la résistance à la sècheresse en été est reconnue, Le tournesol, en culture principale ou dérobée, fournit une masse de fourrage importante en quelques semaines (70 t en 60 jours à Rennes) ; on le récoltera à la formation des capitules, avant floraison. Son ensilage est aisé. A essayer.

Mais il est certain que l'herbager qui saura tirer parti au maximum de ses prairies temporaires à production échelonnée dans le temps, correctement fertilisées et exploitées, réduira peu à peu ses fourrages assolés, ne conservant sur ses labours qu'un blé, une orge, une betterave, un chou, peut-être un topinambour, sur de petites surfaces tout au moins.

On sait le rôle que joue cette plante dans l'engraissement du Limousin. Sans doute est-il d'utilisation plus facile en sols légers, mais il ne faut pas oublier que ses tiges fauchées fournissent un fourrage apprécié. Il sera facilement éliminé si on sème une vesce en seconde année et s'il est suivi d'une prairie temporaire.

Une politique d'intensification fourragère ne doit pas négliger concurremment l'étude de l'utilisation du fourrage ; embouche à la clôture électrique sur prairie temporaire, technique de « finition », abaissement du coût de l'alimentation hivernale, etc.

Quant aux problèmes de la production zootechnique proprement dite, il faudra sans doute les reposer compte tenu des nouvelles possibilités offertes par des ressources fourragères accrues : réduction du temps de production en vendant des animaux plus jeunes ; recherche de croisement industriel avec des races plus laitières que la Charollaise; détermination pour la naissance des veaux, des dates les plus avantageuses ; vulgarisation de la stabulation libre ; spécialisation non régionale,mais technique de fermes d'élevage assurant une production régulière de « maigre », sans pour cela négliger pour autant le travail déjà entrepris d'amélioration génétique des animaux (herd-book, testage). Les controverses qui peuvent

se faire jour sur l'intérêt du croisement industriel en Auxois, sur la séparation de l'élevage et de l'embouche, plutôt que la constitution d'unités de production comme à Pixérécourt, ne doivent pas nous masquer le but de l'effort à réaliser : une production de lait et de viande accrue.

Il n'est pas trop tôt pour aborder dès maintenant tous les aspects des problèmes qui découlent de l'intensification fourragère.

Reçu pour publication le 21 mai 1958.

RÉSUMÉ

Cette étude régionale fait partie des monographies fourragères que le Laboratoire de Rouen s'efforce de réaliser pour situer l'état actuel de la production d'un certain nombre de nos zones d'élevage et pour définir le programme de recherches qui s'impose en vue de leur développement.

L'Auxois est une petite région naturelle à l'Est du Morvan, qui s'étend sur 2 500 km² environ et dont les 57 000 habitants vivent à peu près exclusivement de la production de la viande de bœufs Charollais et du lait de vaches de la race Tachetée de l'Est et de quelques Brunes des Alpes. Il s'agit d'un pays à climat déjà continental dont les sols agricoles dérivent pour la plupart de marnes liasiques.

Après quelques indications géographiques sur les limites de l'Auxois, les auteurs donnent des renseignements sur la structure agraire, la démographie, l'extension récente de la prairie permanente.

Sols et climat sont étudiés comme les facteurs permanents de la production agricole. Les techniques de production animale sont ensuite décrites; elles n'ont pas varié sensiblement depuis un siècle.

Pour évaluer aussi exactement que possible le potentiel fourrager des prairies naturelles qui constituent la source principale de l'alimentation animale, un certain nombre d'exploitations ont été visitées et des prairies ont été analysées botaniquement. A cet inventaire floristique correspondent un certain nombre d'analyses de terre.

Les auteurs concluent à la nécessité de réaliser une intensification fourragère méthodique conduisant à l'emploi d'une fertilisation rationnelle, notamment en utilisant les engrais azotés, sur les prairies de composition botanique suffisante pour « répondre » aux fumures et à l'installation de prairies temporaires correctement exploitées.

Des essais sur la culture de choux fourragers, de tournesol, de Sorgho Sucré (Sudan-Grass) sont préconisés.

Le but à atteindre est d'étendre la période de pâturage pour l'hiver par des réserves sur pied et l'établissement de « chaîne de pâturage ».

SUMMARY

Investigations on forage-crop production in Auxois and on its intensification.

This regional study is a part of the forage monographs that the Laboratory of Rouen tries to realise in order to assign a place to the present state of production of some regions of stock-breeding, and to define the programme of investigations to be carried out for their future development.

Auxois is a small natural region in the East of Morvan, spreading over

about 2 500 km² ; its 57 000 inhabitants living almost entirely on meat production of oxen Charollais, and milk from cows of the breed « Tachetée de l'Est » and of some « Brunes des Alpes ». It is a country with a continental climate ; its cultivated soils being mostly liasic marls. After some geographical details about the limits of Auxois, the authors give information about land-structure, demography and the recent extension of the permanent pasture.

Soils and climate are studied as the permanent factors of the agricultural production. The techniques of animal production are then described, not really having changed for a century.

To assess as exactly as possible the forage potentialities of the natural pastures which constitute the main source of animal feeding, a certain number of farms have been visited and a botanical analysis of pastures has been carried out. To this botanical inventory correspond a certain number of soil analyses.

The authors arrive at the conclusion that it is necessary to realise a methodical grassland intensification leading to the use of a rational fertilization especially by using the nitrogenous fertilizers, on pastures having a botanical composition sufficient enough to show a response to fertilizers and to the establishment of temporary pastures correctly managed.

Trials with kale, sunflower and sudan-grass are recommended. The point to aim at is to extend the grazing season for winter, by means of foggage and establishment of a rotational grazing system.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchungen über die Futterproduktion im Auxois und ihre Intensivierung.

Diese regionale Studie gehört zu den Monographien über Futterfragen, die das Laboratorium von Rouen zu verwirklichen versucht um den heutigen Stand der Produktion in einer gewissen Anzahl von Tierzuchtgebieten zu fassen und um die Forschungsprogramme festzusetzen, die zur Produktionsentwicklung notwendig sind.

Der « Auxois » ist ein kleines naturliches Gebiet östlich des Morvans. Es umfasst 2 500 Qkm ungefähr und die 57 000 Einwohner leben fast nur von der Fleischproduktion der « Charollais »-Ochsen und von der Milchproduktion der « Tacheté de l'Est »-Kühe (rotes Höhenfleckvieh) und einiger « Brune des Alpes » Kühe (braune Alpenrasse). Es handelt sich um ein Gebiet mit schon kontinentalem Klima dessen landwirtschaftliche Böden meistens von Liasmergel herstammen.

Nach einigen geographischen Angaben über die Grenzen des « Auxois », geben die Autoren Aufschlüsse über die landwirtschaftliche Struktur, die Demographie, die neue Ausdehnung der Dauerwiese.

Böden und Klima werden als ständige Faktoren der landwirtschaftlichen Produktion untersucht. Die Technik der Tierzucht wird dann beschrieben : seit einem Jahrhundert ist sie kaum geändert worden.

Um das Futterpotential der natürlichen Wiesen, die die Hauptquelle der tierischen Ernährung darstellen, so genau als möglich zu schätzen, wurde eine gewisse Anzahl von Betrieben besichtigt und Wiesen wurden botanisch untersucht. Eine gewisse Anzahl Bodenanalysen ergänzt dies Floraverzeichnis.

Die Verfasser schliessen daraus, dass es notwendig ist eine methodische Intensivierung der Futterwirtschaft auszuführen die zu einer rationellen Düngung führt, besonders in der Anwendung der Stickstoffdünger auf den Wiesen mit einer genügenden botanischen Zusammensetzung um die Düngergaben

gut auswerten zu können und in der Einrichtung gut bewirtschafteten Wechselweiden.

Versuche mit dem Anbau von Markstammkohl, Sonnenblumen und Sudangras werden angeraten.

Das Ziel besteht in der Ausdehnung der weide Periode durch Winternützung von Futterreserven und durch die Einführung einer güten Weidetechnik.

РЕЗЮМЕ

Изыскания фуражнаго производства в Оксуа и его интенсификации.

Л. ЭДЭН и М. КЕРГЕЛЕН. Станция селекции растений и фураж, Руан.

Это областное исследование представляет собой часть фуражной монографии, которую пробует осуществить Лаборатория Руана, чтобы установить настоящее положение нескольких скотоводческих зон и определить программу изысканий, необходимых для их развития.

Оксуа, небольшой природный район, на восток от Морван, который простирается, приблизительно на 250.000 кв. кил., жители его, 57.000 душ, живут, почти исключительно, производством мяса скота Шароле и молока коров породы «пятнистая востока» и частью «бурой альпийской». Страна, уже с континентальным климатом и с почвой происходящей от лиасснаго мела.

После нескольких географических указаний границ Оксуа, авторы дают сведения о сельско-хозяйственной структуре, демографии и новаго распространения постоянных лугов.

Почва и климат изученны как постоянные факторы аграрнаго производства. Затем, описанна техника животной продукции, которая едва изменилась за сто лет.

Чтобы оценить с достаточной точностью, фуражные возможности постоянных лугов, главнаго источника для корма скота, было посещенно известное количество хозяйств и луга были анализированны ботанически. Соответственно инвентарю флоры, было произведенно несколько анализов земли. Авторы заключают о необходимости произвести методическую фуражную интенсификацию употреблением рациональнаго удобрения, в частности азотных удобрений на луга, имеющие недостаточную ботаническую композицию, чтобы «отвечать» на удобрения и для расположения посевных временных лугов, корректно эксплуатируемых.

Советуются опыты с культурой фуражной капусты, подсолнуха и суданской травы.

Целью является растяжение пастбищнаго периода на зиму — резервами пастбищнаго травостоя и организацией «цепи пастбищ».

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Baker (H. K.). — Studies on the root development of herbage plants. III. The influence of cutting treatments on the root, stubble and herbage production of a perennial rye-grass sward. *Journ. of Brit. Grassl. Soc.*, **12**, 197-208, 1957.

(2) Bouchard (G.), Bugnon (F.), Chevassus (P.) et Petit Berghien (H.). — Contribution à l'étude de la flore Bourguignonne (note 2). *Bulletin Scientifique de Bourgogne*, Dijon, t. XVI, 159-164, 1955.

(3) Bouchard (G.), Bugnon (F.), Chevassus (P.) et Petit Berghein (H.). — Contribution à l'étude de la flore Bourguignonne (note 2). *Bulletin Scientifique de Bourgogne*, Dijon, p. 157 et suivantes, 1956.
(4) Bullier (Mlle). — Étude géographique de l'Auxois. Document dactylographié communiqué par le Comité d'Étude et d'Aménagement de l'Auxois (1957).
(5) Cauderon (A.), Lascols (X.) et Touvin (H.). — Comportement du maïs dans la région parisienne. *Bull. Techn. Inform.*, **73**, 673-681, 1952.
(6) Chabot (G.). — *La Bourgogne*. Paris (A. Colin), 220 p., 10 fig., 1941.
(7) Coleou (G.). — L'alimentation des veaux et jeunes bovins. *Productions Fourragères et Animales. Journées d'Inform. des Ingénieurs des Services Agricoles, Bull. Techn. Inform.*, 1955.
(8) Coleou (G.) et Sizun (J.). — Utilisation précoce de l'herbe par les jeunes bovins. *C. R. Acad. Agriculture*, **44**, 70-78, janvier 1958.
(9) Curé (P.). — Les essais de représentation synthétique des climats pour la géographie botanique. Carte des Productions végétales, Paris, 1942.
(10) Delcure (G.). — L'abaissement du coût de production du lait et l'alimentation du bétail. *Herd Book Normand*, **28**. 29-39, octobre 1956.
(11) Fauconneau (G.) et Jarrige (R.). — Composition chimique et valeur nutritive de l'herbe. *B. T. I.*, **118**, 173-214, 1957.
(12) Gaumet (R.) et Arguillot (L.). — Les embouches de plaine et de montagne dans le Centre de la France. *B. T. I.*, **44**, 623-638, 1949.
(13) Geslin (H.). — La caractérisation des climats locaux. *Congrès Internat. Pédologie*, Montpellier, mai 1947.
(14) Guinier (Ph.). — Les forêts de Bourgogne. *Revue générale des Sciences pures et appliquées*. 45-51, janv.-fév. 1957.
(15) Hagene (Ph.). — Recherches écologiques sur quelques groupements végétaux des environs de Dijon. Thèse 1931.
(15 *bis*) Hutmel (F.) et Mattrey (J. B.). — Vitteaux (*Côte d'Or*). Monographie. Paris, 132 p., 1912.
(16) Jarrige (R.) et Dumont (B. L.). — Quelques aspects techniques de la production de bœuf de boucherie. *B. T. I.*, **122**, p. 465 et suivantes, 1957.
(17) Jarrige (R.). — Communication aux journées F. N. C. E. T. A., 1956.
(18) Klatzmann (G.). — Localisation des cultures et des productions animales en France. *Institut National de la Statistique et des Étudez Économiques*, Paris, 1955.
(19) Preston (T. R.). — Artificial rearing of calves on pastures. *Journ. of Brit. Grassl. Soc.*, **12**, 178-186, 1957.
(20) Rebischung (J.). — Aspects de la fumure des prairies. *B. T. I.*, **115**, 901-912, 1956.
(21) Sourdillat (G. M.). — Un pays d'élevage : l'Auxois. *Annales de Géographie*, 1929.
(22) Monographie Agricole du Département de la Côte d'Or. Ministère de l'Agriculture, 1937. Annexe à l'enquête de 1929, 298 p.
(23) Session extraordinaire de 1932, tenue dans la Côte d'Or et le Jura. *Bull. Soc. Bot. de France*, 1932-1933.

Les noms des plantes cités dans ce mémoire sont conformes à la nomenclature suivie dans les Quatre Flores de la France de P. Fournier.

Les indications météorologiques sont extraites des documents de l'Office National Météorologique.

Le Directeur-Gérant : B. Laclavière.

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 19-1-1959.
Dépôt légal: 1er trimestre 1959 *N° d'impression: 217*

ÉTUDE CYTOGÉNÉTIQUE DES AGROPYRUM FRANÇAIS ET DE LEURS HYBRIDES AVEC LES BLÉS

PAR

Yvonne CAUDERON

Station centrale d'Amélioration des Plantes, Versailles.(1)

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

Historique.

1. *La tribu des Hordeeae.*
2. *Le genre Triticum.*
3. *Le genre Agropyrum.*
   a) Relations avec les genres voisins.
   b) Les espèces spontanées en France.
4. *Les hybrides Triticum × Agropyrum.*

Matériel et méthodes.

1. *Matériel et techniques de croisement.*
2. *Techniques de préparation pour l'observation au microscope.*
   A. Observation des chromosomes somatiques.
   B. Observation des chromosomes à la méiose.
   C. Observation du pollen.
3. *Interprétation des méioses.*

Étude des Agropyrum français.

1. *Étude des espèces.*
   Morphologie.
   Habitat et répartition géographique.
   Caryotypes.
   Méiose.
2. *Étude de quelques hybrides interspécifiques.*
   a) Possibilités de croisement.
   b) Morphologie.
   c) Caryotypes.
   d) Méiose.
3. *Conclusion: Classification des Agropyrum français.*

(1) Thèse de Doctorat es-Sciences Naturelles, soutenue à Paris, le 18 mars 1958.

Etude de quelques hybrides Triticum × Agropyrum.

1. *Possibilités de croisement.*
2. *Etude morphologique.*
3. *Etude cytogénétique des* F_1.
   - *a*) Blés tétraploïdes × *A. intermedium.*
   - *b*) Blés tétraploïdes × *A. campestre.*
   - *c*) Blés hexaploïdes × *A. intermedium.*
   - *d*) Blés hexaploïdes × *A.* (*elongatum* 10 *x*).
4. *Etude des générations ultérieures.*
   - *a*) Étude des descendants issus de recroisement.
   - *b*) Étude des amphidiploïdes.

Conclusions.

Résumé.

Références bibliographiques.

Liste des tableaux cités dans le texte.

INTRODUCTION

Le point de départ des recherches entreprises sur les *Agropyrum* a été l'étude des possibilités d'amélioration des Blés par l'introduction de nouveaux gènes, issus des plantes sauvages, à l'aide de croisements intergénériques : les *Agropyrum* semblaient intéressants pour la réalisation d'un tel programme. De nombreux travaux ont été réalisés dans ce domaine ; toutefois si une utilisation précise des croisements a été quelquefois envisagée, on a pu constater non seulement des divergences de vue, mais aussi une évolution assez rapide : on a d'abord cherché à obtenir des Blés vivaces, très rustiques ; puis, les recroisements obligatoires des F_1 stériles ayant fait perdre la pérennité, on s'est orienté vers la création de Blés classiques, possédant certaines caractéristiques de résistance aux accidents climatiques ou aux parasites, caractéristiques poussées à un très haut degré chez quelques *Agropyrum*. On s'est également préoccupé de créer des types nouveaux pouvant présenter un intérêt pratique dans un domaine quelconque et particulièrement du point de vue fourrager.

En fait, trente années de recherches n'ont pas permis d'arriver à des résultats bien précis ni du point de vue agricole, ni du point de vue phylogénique. Ceci est dû en partie à la difficulté d'étude du matériel, mais aussi au manque de méthode ou de continuité. De plus, une sélection améliorante efficace à partir d'hybrides entre *Triticum* et *Agropyrum* n'est possible que dans la mesure où l'on connaît bien les deux genres et leurs relations phylogéniques.

Or, si l'on peut partir de bases solides en ce qui concerne le genre *Triticum*, il n'en est pas de même pour le genre *Agropyrum* où règne une grande confusion, et les relations entre les deux genres sont mal connues. Nous avons abordé ces deux groupes de problèmes au cours de nos recherches.

La première partie de ce mémoire est plus spécialement consacrée à l'étude des *Agropyrum* ; nous l'avons limitée aux *Agropyrum* français. Aucun travail de synthèse n'ayant été réalisé, à notre connaissance, depuis celui de DUVAL-JOUVE (1870), nous avons jugé indispensable une mise au point aussi complète que possible des différentes publications traitant de la Systématique des *Agropyrum*. Nous avons ensuite été amenée à « définir » les espèces que nous voulions analyser au moyen d'une description morphologique des clones les plus représentatifs, description sans laquelle aucune étude cytologique ne saurait être valable. Nous avons également réservé un chapitre à l'étude de la répartition géographique et de l'habitat afin d'étayer nos conclusions concernant les relations phylogéniques.

Nous nous sommes ensuite proposé de voir si les données fournies par la cytogénétique nous apporteraient le complément indispensable pour aboutir à une classification simple des *Agropyrum* : cette classification serait basée, outre les caractères classiquement utilisés par les taxinomistes, sur la nature de la polyploïdie et sur la constitution génomique des espèces étudiées. Nous avons donc entrepris une étude comparative des caryotypes et du comportement en méiose des différentes espèces d'*Agropyrum* spontanées en France, et de quelques-uns de leurs hybrides naturels ou expérimentaux.

Dans la seconde partie, nous avons cherché à préciser les possibilités de croisement entre les deux genres. Nous avons étudié les différents hybrides obtenus ainsi que leurs descendants. Ces recherches présentaient un double intérêt :

— déterminer les relations d'homologie chromosomique et les relations phylogéniques entre les genres *Triticum* et *Agropyrum* longtemps réunis sous le même nom générique ;

— mettre au point des méthodes de travail pour le sélectionneur en vue de l'utilisation pratique de ces croisements.

HISTORIQUE

L'étude des hybrides *Triticum* × *Agropyrum* implique une connaissance des genres mis en cause dans les croisements. Nous avons précisé, dans ce chapitre, l'état actuel des recherches en la matière.

I. — LA TRIBU DES HORDEEAE

Les genres *Triticum* et *Agropyrum* appartiennent tous deux à la tribu des *Hordeeae*, divisée généralement en deux sous-tribus d'après le nombre d'épillets insérés à chaque article du rachis :

— épillets solitaires,

— épillets non solitaires.

Cette classification est assez arbitraire ; bien que d'opinion différente quant au nom et au nombre de genres à inclure dans la tribu, les systématiciens sont généralement d'accord pour classer les genres *Triticum* et *Agropyrum* dans la même sous-tribu, englobant également les genres *Secale*, *Haynaldia* et *Aegilops* avec lesquels ils se croisent aisément.

Nevski (1933) scinde l'ensemble de la tribu en sept sous-tribus. Cette classification est plus complexe et presque aussi arbitraire. Elle est donnée d'après les caractères morphologiques, mais l'auteur a fait appel à de nombreuses disciplines pour l'établir. La paléobotanique, la géographie botanique, la phylogénie, la cytologie lui ont apporté un certain nombre d'arguments. Nous la donnons ici à titre indicatif.

Tribu des *Hordeeae* Benth.
(*J. Linn. Soc. Botan.* XIX, 1881, 31).

I. — Brachypodiinae Holmb.

Epillets solitaires, homomorphes, pédicellés, multiflores, subcylindriques ; glumes plurinervées à nervures identiques.

1° *Brachypodium* P. B. (*Agrostogr.*, 1812).

2° *Trachynia* Link. (*Hort. Bot. Berol.*, I, 1827).

II. — Clinelyminae Nevski.

Epillets par deux, rarement par trois, les épillets terminaux parfois solitaires, homomorphes, sessiles ou subsessiles, multiflores, légèrement comprimés, fleurs la plupart du temps longuement aristées, glumes à nervures costales scabres. Anthères courtes. Caryopse à face ventrale légèrement concave ou presque plane. Plante des bois ou des prés, à feuilles vertes, ténues, planes, scabres sur les deux faces.

3° *Terrela* (Nevski) (*Bull. Jard. Bot. Acad. Sci. URSS*, XXX, 1932).

4° *Clinelymus* (Nevski) (*Bull. Jard. Bot. Acad. Sci. URSS*, XXX, 1932).

5° *Asperella* (Humb.) (*in* Roemer et Usteri, *Magaz. Bot.*, III, 7, 1790).

III. — **Roegneriinae (Nevski).**

Epillets solitaires, homomorphes, sessiles ou brièvement pédicellés, multiflores, généralement légèrement comprimés, fleurs très fréquemment longuement aristées. Anthères courtes. Caryopse à face ventrale légèrement concave ou presque plane. Plante la plupart du temps des bois ou des prés, à feuilles vertes, planes, généralement scabres sur les deux faces.

6° *Roegneria* (C. Koch) (*Linnaea*, XXI, 1848).

7° *Anthosachne* (Steud.) (*Syn. pl. glum.*, I, 1855).

IV. — **Hordeinae (Nevski).**

Epillets par deux ou par trois, hétéromorphes, sessiles ou pédicellés, la plupart du temps uniflores avec une petite fleur secondaire rudimentaire, rarement deux, fleurs plus ou moins longuement aristées, plus rarement brièvement aristées, arêtes généralement droites. Epis le plus souvent cassants.

8° *Cuviera* (Koeler) (*Descr. gram. Gall. et Germ.*, 1802).

9° *Taeniathum* (Nevski) (*Consp. gram. loliearum, hordear fl. ross., manuscr.*).

10° *Psathyrostachys* (Nevski) (*Consp. gram. loliearum, hordear fl. ross.*, manuscr.).

11° *Crithopsis* (Jaub. et Spach)(III *Pl. Orient.*, IV, 1850-1853).

12° *Hordeum* L. (*Gen. pl.*, ed. I, 1737, ed. 5, 1754).

13° *Sitanion* Rafin. (*Journ. Phys.*, LXXXIX, 1819).

14° *Critesion* Rafin. (*Journ. Phys.*, LXXXIX, 1819).

V. — **Aegilopinae (Nevski).**

Epillets solitaires, la plupart du temps hétéromorphes, sessiles, à peu de fleurs. Fleurs généralement longuement aristées, à arêtes droites. Epis le plus souvent cassants.

15° *Secale* L. (*Gen. pl.*, éd. I, 1737, éd. 5, 1754).

16° *Haynaldia* (Schur.) (*Enum. Pl. Transsilv.*, 1866).

17° *Eremopyrum* (Jaub. et Spach) (III *Pl. Orient.*, IV, 1850-1853).

18° *Hetheranthelium* (Hochst.) (*in* Kotschy : *Pl. Alepp. exs. cum. descriptione*, 1843).

19° *Aegilops* L. (*Gen. pl.*, éd. I, 1737 ; éd. 5, 1754).

20° *Triticum* L. (*Gen. pl.* éd. I, 1737 ; éd. 5, 1754).

VI. — **Elyminae (Nevski).**

Epillets par 2 à 6, rarement 1, homomorphes, sessiles ou subsessiles, multiflores, comprimés. Fleurs mutiques ou brièvement aristées, glumes

le plus souvent finement nervurées. Anthères longues, plus longues que la moitié des glumelles inférieures. Caryopse canaliculé sur la face ventrale. Plantes indigènes dans les déserts et dans les régions sableuses, à rhizomes plus ou moins stolonifères, à feuilles légèrement enroulées, glauques sur la face inférieure.

21° *Elymus* L. (*Nov. Pl. Gen.*, 1751 ; *Gen. pl.*, éd. 5, 1754).

22° *Aneurolepidium* (Nevski) (*Consp. gram. Loliearum hordear fl. ross.*, manuscr.).

23° *Malacurus* (Nevski) (*Consp. gram. Loliearum hordear fl. ross.*, manuscr.).

VII. — Agropyrinae (Nevski)

Epillets solitaires, homomorphes, sessiles, comprimés, à fleurs mutiques ou brièvement aristées, à glumes plurinervées ou légèrement carénées. Anthères longues, plus longues que la moitié de la glumelle inférieure. Caryopse canaliculé sur la face ventrale. Plantes à rhizomes généralement stolonifères, à feuilles glauques ou vert-glauque plus ou moins légèrement enroulées.

24° *Elytrigia* (Desv.) (*Nouv. Bull. Soc. philom.*, II, 1810).

25° *Agropyron* (Gaertn.) (*Nov. Comm. Acad. Petrog.*, XIV, 1770).

Nevski groupe, entre autres, les genres *Triticum, Secale, Haynaldia* et *Aegilops* dans la sous-tribu des *Aegilopinae* et isole les genres *Agropyron et Elytrigia* dans une autre sous-tribu, celle des *Agropyrinae*.

Les espèces que nous allons étudier sous le nom générique d'*Agropyrum* P. B. sont classées par Nevski :

a) Pour la plupart dans le genre *Elytrigia* Desv., section *Holopyron* [*A. elongatum* (host) P. B., *junceum* (L.) P. B., *littorale* (Host) Dum., *repens* (L.) P. B., *intermedium* (Host) P. B., *campestre* G. G..]

b) Dans le genre *Roegneria* (C.) Koch, de la sous-tribu des *Roegnerinae* Nevski [*A. caninum* (L.) P. B..]

Nevski ne classe dans le genre *Agropyron* Gaertn. qu'une douzaine d'espèces voisines de *A. cristatum* L.

2. LE GENRE TRITICUM

Le genre *Triticum* peut être défini par ses épillets solitaires, sessiles, alternés sur les deux faces opposées d'un rachis aplati, comprenant trois à cinq fleurs par épillet. Les glumes sont ventrues. Les fleurs supérieures sont généralement stériles. Toutes les espèces sont annuelles. De l'ensemble de la tribu, le genre *Triticum* est de beaucoup le plus connu, sans doute en raison de son importance économique. Les botanistes et les agronomes s'y sont intéressés, chacun avec une optique différente. Jonard

(1936, 1951) retrace les différentes étapes qui ont permis d'aboutir aux classifications actuelles. Du point de vue de la Systématique, le problème est aujourd'hui presque résolu. Depuis 1753 où LINNE distinguait 5 espèces jusque vers 1918 les nombreuses classifications sont établies généralement d'après les caractères morphologiques de l'épi. Ce sont les recherches cytologiques entreprises au cours des trente cinq dernières années qui ont permis de résoudre quelques-uns des derniers points obscurs. SAKAMURA, puis SAX effectuent les premiers dénombrements chromosomiques et divisent le genre en trois groupes ayant respectivement $n = 7$, 14 et 21 chromosomes, division qui se superposait, dans l'ensemble, à certaines classifications établies d'après les caractères morphologiques et notamment à celle de SCHULZ (1913). FLAKSBERGER utilise ce nouveau caractère dans sa classification (1939).

L'observation des chromosomes a également permis de retrouver comment les différentes étapes de l'évolution des Blés s'étaient produites et comment, à la suite de croisements, plusieurs espèces ou genres avaient contribué à la synthèse des espèces actuellement cultivées ; des mises au point sur ce sujet ont été publiées par SEARS (1948), puis par KIHARA (1954). Toutes les espèces de Blé ont un nombre de chromosomes n égal à 7 ou à un multiple de 7, et présentent, d'autre part, un grand nombre de caractères communs : toutes possèderaient un même génome A, les Blés diploïdes étant de formule AA ; les Blés tétraploïdes dériveraient de croisements entre les anciens Blés diploïdes et d'autres genres, la polyploïdie ayant assuré la stabilisation de ces hybrides ; les Blés hexaploïdes dériveraient des Blés tétraploïdes par un processus analogue. L'ensemble du genre *Triticum* constituerait une série allopolyploïde ($2n = 14$, 28 et 42), chaque groupe dérivant du précédent et l'on peut, en effet:

1° Croiser entre elles toutes les espèces à l'intérieur d'une même série ; les hybrides F_1 ne forment normalement que des bivalents en M_1 et ils sont fertiles (signalons cependant une exception : les hybrides entre *T. Timopheevi* ou *T. armeniacum* et les autres espèces tétraploïdes présentent des appariements irréguliers et sont plus ou moins stériles) ;

2° Croiser les différentes séries entre elles ; dans ce cas, on obtient :

— Blés diploïdes × Blés tétraploïdes, F_1 triploïdes, $2n = 21$; ces hybrides donnent en moyenne 7 II + 7 I en M_1

— Blés tétraploïdes × Blés hexaploïdes, F_1 pentaploïdes, $2n = 35$. Ces hybrides donnent en moyenne 14 II + 7 I en M_1.

— Blés diploïdes × Blés hexaploïdes, F_1 tétraploïdes, $2n = 28$. Ces hybrides donnent en moyenne 7 II + 14 I en M_1.

L'étude des générations ultérieures permet, en outre, de constater que ceux des descendants qui possèdent le même nombre de chromosomes que les parents ou les F_1 en sont morphologiquement très voisins, et que

ceux qui possèdent des nombres aneuploïdes non multiples de 7 sont peu fertiles ou peu viables.

L'étude des hybrides interspécifiques chez le Blé a fait l'objet de très nombreuses publications qu'il est impossible de détailler ici. Deux écoles y ont surtout contribué, animées par SEARS au Canada et par KIHARA au Japon.

Tous ces travaux ont permis d'établir la classification génomique des Blés telle que l'ont schématisée MAC FADDEN et SEARS (1946) (tableau I).

Quatre génomes ont contribué à la formation des différentes espèces de Blé.

1° Le génome A : il existe chez tous les *Triticum* et on ne l'a pas décelé ailleurs.

2° Le génome B : on le trouve chez la plupart des Blés tétraploïdes et chez les Blés hexaploïdes ; on n'en connaît pas encore l'origine et plusieurs hypothèses ont été formulées.

CAMARA (1935) le considère comme un génome A modifié ; les Blés tétraploïdes dériveraient ainsi directement des diploïdes par autopolyploïdie. La diversification serait intervenue ensuite. Cette hypothèse semble peu probable ; pour de multiples raisons, ces Blés se rattachent plutôt à la catégorie des allopolyploïdes.

Le génome B doit donc provenir d'une autre espèce ; comme on l'avait supposé également présent chez les *Agropyrum* (à la suite de l'étude de certains hybrides entre *Triticum* et *Agropyrum*), SEARS (1946) a imaginé l'origine des Blés tétraploïdes, et particulièrement de *T. persicum*, dans le croisement *T. monococcum* × *A. triticeum* (*A. triticeum* GAERTN. = *Secale prostratum* PALL. = *Triticum prostratum* L. = *Agropyrum prostratum* P. B. est reconnu aujourd'hui comme *Eremopyrum triticeum* JAUB. et SPACH.). L'amphidiploïde de cet hybride aurait donné naissance au Blé des "cités lacustres", ancêtre de *Triticum persicum*. Or, le croisement *T. monococcum* × *E. triticeum* n'a jamais été réussi. De plus, *E. triticeum* possède des chromosomes à centromères subterminaux (planche 5, fig. 2), alors que les chromosomes du génome B (comme ceux des *Agropyrum*) sont à centromères médians ou submédians ainsi que l'ont démontré AVDULOV (1931), SARKAR (1955), MATSUMURA et SAKAMOTO (1955). Cette hypothèse semble donc également dénuée de fondement.

SARKAR et STEBBINS (1955) s'appuyant sur des critères essentiellement morphologiques croient voir dans *Aegilops speltoides* le « responsable » du génome B ; ceci reste encore à démontrer.

3° Le génome G : il existe chez *T. Timopheevi* et chez *T. armeniacum* considéré comme la forme sauvage du précédent. Ces deux espèces donnent en méiose des appariements aberrants quand on les croise avec

TABLEAU I

Classification des Blés d'après MAC FADDEN et SEARS, 1946.

		Série diploïde $n = 7$ $2n = 14$		Série tétraploïde $n = 14$ $2n = 28$		Série hexaploïde $n = 21$ $2n = 42$	
		Espèce	Génome	Espéce	Génomes	Espèce	Gémones
Formes sauvages	Grain vêtu	T. ægilopoïdes (Link) Bal.	A	T. dicoccoides Körn.	AB	aucun	
		T. thadouar Reut.	A	T. armeniacum (Jakub) Makush.	AG		
	Grain nu	aucun		aucun		aucun	
Formes cultivées	Grain vêtu	T. monococcum L.	A	T. dicoccum Schrank	AB	T- spelta L.	ABC
				T. Timopheevi Zhuk.	AG	T. speltiforme Asch. et Graebn.	ABC
						T. rigidum Schrad. (1)	ABC
						T. macha Dekap et Menab	ABC
						T. Vavilovi (Tuman) Jakub	ABC
	Grain nu	aucun		T. turgidum L.	AB	T. vulgare Vill.	ABC
				T. persicum (Boiss.) Aitch. & Hemsl.	AB	T. compactum Host	ABC
				T. polonicum L.	AB	T. sphaerococcum Perc.	ABC
				T. durum Desf.	AB		
				T. pyramidale (Del.) Perc.	AB		
				T. orientale Perc.	AB		

(1) D'après DE CANDOLLE (1815) et REICHENBACH (1850), le nom *T. rigidum* Schrader se rapporte à un *Agropyrum* P. B. et non pas à un Blé.

les autres Blés tétraploïdes. Kostoff (1937) appelle ce second génome B et admet une homologie partielle entre B et β.

Kihara et Lilienfeld (1935) le considèrent comme totalement différent et le dénomment G. C'est cette appellation qui est aujourd'hui admise. L'origine de ce génome est encore inconnue.

4° Le génome D(C des auteurs anglo-saxons) : dans le genre *Triticum* il n'existe que dans la série hexaploïde. Cette dernière serait d'origine relativement récente et aurait été formée spontanément à la suite de croisements entre des Blés tétraploïdes plus anciens et un *Aegilops*.

Cette hypothèse a été le point de départ de travaux très nombreux concernant la cytogénétique des *Aegilops* et de leurs hybrides avec les différents Blés. La Systématique du genre *Aegilops* a été traitée de la même manière que celle du genre *Triticum* et on en connaît aujourd'hui assez bien la phylogénie (*cf.* Kihara, 1954).

Mac Fadden et Sears (1946) réalisent la synthèse de *T. spelta* en croisant *T. dicoccoides* avec *Ae. squarrosa*. Kihara et Lilienfeld (1949) obtiennent des formes hexaploïdes très voisines des Blés tendres en croisant *T. persicum* avec *Ae. squarrosa*. Le traitement des F_1 à la colchicine a permis l'obtention des allopolyploïdes fertiles. Les hybrides entre ces Blés synthétiques et les formes naturelles correspondantes sont fertiles et présentent un très bon appariement en M_1. Ils seraient susceptibles d'être utilisés comme géniteurs pour l'amélioration des variétés de Blés tendres actuellement cultivés de la même façon que l'ont été les hybrides interspécifiques pentaploïdes.

L'origine de certains Blés hexaploïdes est ainsi, en partie, reconstituée. Le génome D existe chez d'autres *Aegilops*, notamment chez *Ae. ventricosa* ($2n = 28$).

Cette classification génomique est assez séduisante et permet de représenter sous une forme simple l'ensemble du genre. Elle a permis de diriger et de faciliter les recherches entreprises sur les Blés. Elle se superpose aux classifications établies d'après d'autres critères et les complète. Grâce à l'étude et à l'observation des chromosomes chez le Blé, on a pu résoudre un certain nombre de problèmes. Toutefois, les formules génomiques sont des représentations simplifiées de ce qui se passe en réalité. La notion de génome et d'homologie de génomes est dangereuse à utiliser sans autres preuves. L'observation cytologique ne peut, à elle seule, justifier des conclusions définitives.

3. LE GENRE AGROPYRUM

Le problème est beaucoup plus complexe en ce qui concerne le genre *Agropyrum*. Les différentes espèces qui le constituent sont d'ailleurs assez mal définies du point de vue systématique.

Jusqu'au début du XIXe siècle, on les a groupées avec celles du genre *Triticum* dont elles diffèrent essentiellement par la perennité. C'est PALISOT de BEAUVOIS qui, en 1812, dans son « Essai d'une nouvelle Agrostographie », reprenant l'ancienne appellation de GAERTNER, isole du genre linnéen *Triticum* le groupe pérenne et en fait un nouveau genre, le genre *Agropyron* (Blé sauvage), appellation qui fut latinisée par la suite en *Agropyrum*. Dans ce genre, l'auteur intégrait également quelques espèces annuelles voisines des *Agropyrum*, que l'on a tendance à isoler aujourd'hui sous le nom générique d'*Eremopyrum*. Cette division des *Triticum* en deux genres, instaurée par PALISOT de BEAUVOIS, est assez arbitraire ; elle sera contestée par un certain nombre de botanistes et notamment par DUVAL-JOUVE ; elle est néanmoins toujours utilisée aujourd'hui par tradition et pour éviter des confusions, tout au moins pour désigner le groupe pérenne dont font partie toutes les espèces spontanées en France que nous étudierons dans ce travail.

On peut définir ainsi le genre *Agropyrum* : plantes pérennes, à inflorescences en épi distique généralement assez lâche ; épillets sessiles ou brièvement pédicellés comprenant de 5 à 15 fleurs, dont les supérieures ordinairement mâles, tous comprimés, alternes, solitaires dans les excavations du rachis, appliqués contre l'axe sur une de leurs faces latérales ; glumes concaves, jamais ventrues, plus courtes que les glumelles ; glumelles sensiblement égales, adhérant au caryopse ; caryopse linéaire oblong, comprimé, canaliculé sur la face ventrale.

Aucun représentant de ce genre n'est pratiquement cultivé ; quelques types sont utilisés comme fourrage en Russie, au Canada et aux États-Unis, mais leur importance du point de vue économique est faible. L'intérêt suscité par les hybrides Blés × Chiendents a favorisé, mais seulement récemment, les recherches sur les *Agropyrum* puisque leur utilisation en tant que géniteur impliquait une sélection.

Le genre est très vaste (il groupe près d'une centaine d'espèces, pour la plupart originaires de Russie ou d'Asie Centrale et Occidentale et d'Amérique du Nord) et très hétérogène (on y a généralement inclus tout ce qu'on ne pouvait classer ailleurs dans la tribu des *Hordeeae*).

A. — Relations avec les genres voisins.

On classait autrefois le genre *Agropyrum* dans la sous-tribu des *Triticeae*, à côté des genres *Triticum*, *Secale*, *Aegilops*, *Haymaldia* avec lesquels il se croise aisément. Outre les hybrides avec les *Triticum*, on peut en effet signaler les croisements réalisés par VERUSHKINE (1935) entre *A. intermedium* et différentes espèces d'*Aegilops* (*Ae. juvenalis*, *speltoides*, *crassa*, *triaristata*, *triuncialis*, *variabilis*), puis plus récemment

par MURAMATSU et SAKAMOTO (1956) entre *A. intermedium* et *Ae. longissima, cylindrica, variabilis.*

FAVORSKY (1935) puis LJUBIMOVA (1937) étudient le comportement en méiose, l'un de *Secale cereale* × *Agropyrum cristatum*, l'autre de *Secale cereale* × *A. glaucum*. Ce dernier hybride a été ré-étudié plus récemment par STEBBINS (1953) et par GAÜL (1953).

WHITE (1940) réussit le croisement *Haynaldia villosa* × *A. glaucum*.

Bien que morphologiquement plus voisin des représentants de la sous-tribu des *Triticeae* que ceux de la sous-tribu des *Elymineae*, le genre *Agropyrum* occupe en réalité une position intermédiaire : certaines espèces d'*Agropyrum* se croisent aisément avec quelques *Hordeum, Sitanion, Elymus*. Un certain nombre d'hybrides naturels ont été décrits ou étudiés cytologiquement.

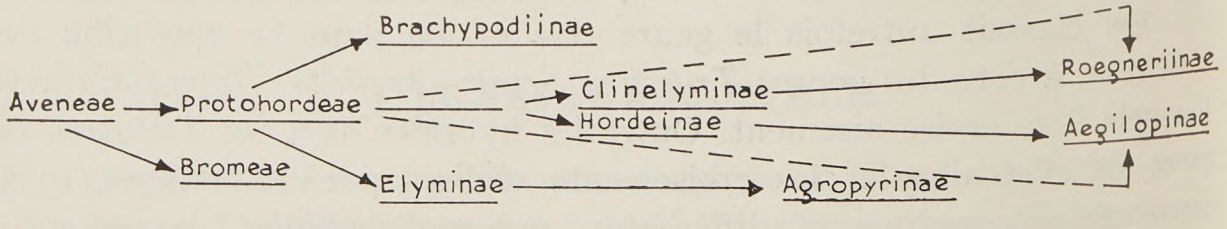
Hordeum Rouxi (*2n* = 49) sans doute issu du croisement *H. secalinum* (*2n* = 28) × *A. repens* var. *littorale* (*n* = 21) (SIMONET, 1953).
Agropyrum pauciflorum (1) (*n* = 14) × *H. nodosum* (*n* = 14), *2n* = 28 (STEBBINS, 1946*a*).
Agropyrum agroelymoides, *2n* = 42.
Agropyrum species « Calmudo », *2n* = 42, espèce fertile sans doute allopolyploïde issue du croisement entre un *Agropyrum* tétraploïde et un *Hordeum* diploïde (HUNTZIKER, 1955).
Agropyrum pauciflorum × *Sitanion jubatum* (*2n* = 28) ; *Agropyrum pauciflorum* × *Sitanion hystrix* (*2n* = 28) ; *Agropyrum parishii* × *Sitanion jubatum* (*2n* = 28) ; *Agropyrum pauciflorum* × *Elymus glaucus* (*2n* = 28) (STEBBINS, 1946*a*).
Agropyrum trachycaulum × *Hordeum jubatum* (*2n* = 28) (BOYLE et HOLMGREN, 1955).

D'autres ont été réalisés experimentalement :

Hordeum secalinum (*n* = 14) × *Agropyrum caninum* (*n* = 14) (SIMONET et DE CUGNAC, 1953).
Agropyrum scabrifolium (*n* = 14) × *Hordeum hexaploidum* (*n* = 21) (HUNTZIKER et COVAS, 1955).
Agropyrum pauciflorum (*n* = 14) × *Sitanion jubatum hystrix* (*n* = 14) (STEBBINS, 1946*a*).
Agropyrum pauciflorum (*n* = 14) × *Elymus glaucus* (*n* = 14) var. *Jepsoni* (STEBBINS, 1946*a*).
Agropyrum spicatum (*n* = 7) var. *inerme* × *Elymus glaucus* (*n* = 14) (STEBBINS, 1950).
Agropyrum agroelymoides (*n* = 21) × *Elymus glaucus* (*n* = 14) (HUNTZIKER, 1955).
Agropyrum parishii (*n* = 14) × *Elymus virginicus* (*n* = 14) var. *intermedius* (STEBBINS, 1956).
Agropyrum trachycaulum (*n* = 14) × *Hordeum jubatum* (*n* = 14) (BOYLE et HOLMGREN, 1955).
Elymus canadensis (*n* = 14) var. *brachystachys* × *Agropyrum spicatum* (*n* = 7) ; *Elymus virginicus* (*n* = 14) var. *intermedius* × *Agropyrum spicatum* (*n* = 7) (STEBBINS, 1956).

L'étude du comportement en méiose de ces différents hybrides révèle des associations chromosomiques aussi fréquentes que celles qui ont été observées chez les hybrides réalisés à l'intérieur de la sous-tribu des *Triticeae*. Ces associations chromosomiques proviendraient, en majeure partie, de l'autosyndèse des chromosomes des différentes espèces polyploïdes mises en cause.

NEVSKI (1933), dans son schéma évolutif de la tribu des *Hordeeae*, isole totalement les *Agropyrum* qu'il fait dériver directement des *Elymus*.



(1) (*A. pauciflorum* SCHWEIN = *A. trachycaulum* LINK. STEUD.).

Certaines espèces allopolyploïdes classées dans le genre *Agropyrum* pourraient dériver directement des *Elymus* par croisement et vice-versa : le fait a été démontré, pour quelques-uns d'entre eux, par STEBBINS et ses collaborateurs (1946, etc.) ; mais il est vraisemblable que d'autres genres appartenant à l'une ou à l'autre des deux sous-tribus aient contribué à la genèse des différentes espèces d'*Agropyrum*.

Pour le moment, à l'intérieur de la tribu des *Hordeeae*, STEBBINS (1956) tend à grouper toutes ces espèces plus ou moins issues les unes des autres dans un genre unique, puisqu'il n'y a pas de barrières d'interstérilité absolues entre elles.

Dans ce vaste ensemble, les espèces spontanées en France forment un groupe assez homogène, *A. caninum* mis à part. Elles sont classées par NEVSKI dans le genre *Elytrigia* section *Holopyron* auquel appartiennent toutes les espèces croisées jusqu'ici avec le Blé : leur étude s'imposait donc ; il pouvait être utile d'envisager également leurs relations avec les espèces voisines, bien que celles-ci n'aient encore donné aucun résultat positif dans les croisements avec le Blé.

B. — Les espèces spontanées en France.

Du point de vue de la Systématique, le problème se présente encore aujourd'hui pratiquement tel qu'il se présentait à BOREAU en 1869, quand il écrivait dans sa publication « Revue des principales espèces d'*Agropyrum* croissant en Europe » :

« Dans la vaste famille des Graminées, il est peu de plantes dont l'étude présente autant de difficultés que les espèces du genre *Agropyrum*. Tant qu'il se résuma dans les groupes nommés par LINNE, *Triticum repens* et *Triticum junceum*, la distinction fut facile ; mais à mesure que des formes nouvelles furent mises en lumière, les difficultés s'accrurent d'autant plus que les caractères sur lesquels on chercha à les établir offraient moins de fixité. En effet, la couleur verte ou glauque, l'axe de l'épi lisse ou rude, l'absence, la présence ou la longueur des arêtes des fleurs sont des notes trompeuses, qui peuvent, en certains cas, aider à la détermination, mais qui sont impropres à caractériser les espèces. »

Les premiers travaux effectués sur les *Agropyrum* sont purement descriptifs et basés essentiellement sur la comparaison des caractères morphologiques. Les caractères invoqués sont généralement toujours les mêmes ; seule, leur importance relative varie selon les auteurs consultés. L'examen des flores et des monographies traitant des *Agropyrum* montre combien il est difficile de se faire une opinion à leur sujet : il y a de nombreuses synonymies et l'imprécision des diagnoses a facilité les confusions. Les trop nombreux travaux effectués dans le domaine de la Systématique avec des moyens d'investigation souvent réduits

rendent difficile toute discrimination en ce qui concerne la plupart des espèces. Une étude comparative de quelques-uns d'entre eux met en évidence les différences d'interprétation et souligne la complexité du problème.

Les premières diagnoses concernant les *Agropyrum* semblent dues à Scheuchzer qui ouvre son *Agrostographia* par la description de huit plantes identifiées à des *Agropyrum* par ses successeurs. L'imprécision de ces diagnoses ne confère toutefois à cet ouvrage qu'un intérêt purement historique.

Linne (1753), dans sa première édition du « Species Plantarum », définit deux espèces, *Triticum repens* et *Triticum caninum*, dans le groupe des *Triticum* pérennes. Il remanie sa classification dans sa seconde édition (1763), élimine le *Triticum caninum* qu'il classe avec les *Elymus* et définit le *Triticum junceum*. Des imprécisions, quelques erreurs dans la description de son *Triticum junceum* ont entraîné des controverses. Elles n'ont pas toutefois eu de grandes conséquences ; *Triticum junceum* fut vite reconnu et rétabli en tant qu'espèce ; il est facilement identifiable par ses caractères morphologiques et par son habitat limité à une étroite bande de sable sur les dunes mobiles du littoral. Les botanistes de cette époque, et notamment Lamarck (1791) et de Candolle (1815) reconnaissent généralement le même nombre d'espèces.

Deux auteurs, Desfontaines et Persoon vont faire naître la confusion en créant, sans les décrire parfaitement, deux nouvelles espèces.

Desfontaines (1804) énumère un certain nombre d'espèces d'*Agropyrum* dont les espèces déjà mentionnées par Linne, et une nouvelle espèce, *Triticum glaucum*, qu'il ne définit pas et qui sera identifiée par la suite à des types souvent bien différents, étant donné que la plupart des représentants du genre *Agropyrum* sont glauques.

Persoon (1805) décrit succinctement un *Triticum pungens* et l'assimile à *T. junceum* Auct. et à *T. repens* γ Smith.

Ces deux espèces, *A. glaucum* et *A. pungens*, mal définies, seront identifiées de façons très diverses selon les auteurs.

Host (1802-1809) reconnaît et décrit avec une grande précision sept espèces qu'il conserve d'ailleurs dans son édition de 1827. Celles-ci sont encore pour la plupart adoptées aujourd'hui : *littorale, glaucum, repens* L., *intermedium, junceum* L., *elongatum, caninum* L. (= *Elymus caninus* Linne, *Sp. pl.*, p. 124). Ses *A. glaucum* et *A. intermedium* seront néanmoins par la suite tantôt réunis en une seule espèce, tantôt rapportés l'un ou l'autre à *A. glaucum* de Desfontaines. Notons également qu'il admet et représente deux formes chez *T. littorale*, l'une à glumelles mutiques, l'autre à glumelles aristées qui pourrait être assimilée au *T. pungens* de Persoon.

De Candolle (1815), dans le « Supplément de sa Flore française »,

reprend la classification des *Agropyrum*, définit le *Triticum acutum* généralement confondu jusqu'alors avec les *T. junceum* et *T. glaucum*, reconnaît le *T. junceum* qu'il avait exclu entre temps, adopte les *T. glaucum* DESF., *T. rigidum* SCHRAD., *T. pungens* PERS., ce qui porte à sept le nombre d'espèces admises par cet auteur :

T. junceum L. (LINNE, *Sp. pl.*, p. 128, LAM., *Dict.*, 2, p. 562 = *Festuca juncea* MOENCH.).
T. repens L. (LINNE, *Sp. pl.*, p. 128, LAM., *Dict.*, 2, p. 562, SCHREB. *Gram.*, t. 26).
T. sepium LAM. (*T. sepium* LAM., *Dict.* 2, p. 563 = *T. caninum* SCHREB. *spic.* 51 = *Elymus caninus* L. *Sp. pl.*, p. 124).
T. glaucum DESF. (*T. distichum* SCHLEICH. *exs.* 3, n° 22 = *T. intermedium* var. ν GAUD. *Agr.*, 1, p. 346).
T. acutum DC (*cat Hort. monsp.*, p. 153).
T. rigidum (β *T. rigidum* SCHRAD. *Fl. germ.* 1, p. 392, *T. elongatum* SCHLEICH. *excis* 2, n° 22 = *T. elongatum* HOST = *T. intermedium* GAUD.).
T. pungens (LOIS. *Not.*, 29, PERS. 1, p. 109 = *T. intermedium* GAUD. *Agr.*, 345).

REICHENBACH (1834-1850) décrit dans le groupe des espèces spontanées en France huit espèces :

A. caninum R. S. (*T. caninum* SCHREB. = *E. caninus* L. = *T. sepium* LAM. = *Festuca nutans* MOENCH.).
A. repens P. B.
A. littorale HOST (= *T. repens* var. *maritimum* KOCH et ZIZ.).
A. glaucum R. et S. (= *T. intermedium* HOST).
A. pungens R. et S.
A. acutum R. et S.
A. junceum P. B. (= *Bromus truncatus* SCOP. = *T. farctum* VIV. = *Festuca juncea* MOENCH. — *T. glaucum* DEC.).
A. rigidum R. S. (= *T. rigidum* SCHRAD. = *T. junceum* β *giganteum* = *T. elongatum* HOST = *T. giganteum* RETZ = *T. pilosum* SEEMS).

GODRON (1854) établit trois nouvelles espèces, *Triticum pycnanthum* GODR., *Triticum Pouzolzii* GODR., *Triticum latronum* GODR.

GRENIER et GODRON (1855-1856) ramènent *Triticum latronum* au rang de variété (*microstachyum* G. G.) dans *Agropryum glaucum*, conservent les deux premières espèces, en créent une nouvelle : *Agropyrum campestre* G. et G. confondue jusqu'alors, la plupart du temps, avec *Agropyrum glaucum*. Dix espèces sont ainsi décrites :

A. junceum P. B.
A. scirpeum PRESL. *Cyp.* et *Gram. Sic.*, 49.
A. acutum ROEM. et SCHULT. (*Syst.* 2, p. 751) = *T. acutum* D. C.
A. pungens ROEM. et SCHULT. (*Syst.* 2, p. 753 (excl. var.) = *T. pungens* PERS.
A. pycnanthum GODR. et GREN. = *T. glaucum* BREB. Fl. Normandie non DESF. *nec* D. C.
A. campestre GODR. et GREN. = *A. glaucum* REICHB. (*non* DESF.).
A. glaucum ROEM. et SCHULT. *Syst.* 2, p. 752 = *T. glaucum* DESF., D. C. = *T. rigidum* var. α D. C. *Fl. fr.* 5, p. 282 (*non* SCHRAD.) = *T. intermedium* HOST.
A. Pouzolzii GODR. et GREN.
A. repens P. B. *Agrost.*, p. 102.
A. caninum ROEM. et SCHULT. *Syst.* 2, p. 756.

A. littorale et *A. elongatum* HOST sont exclus de sa classification. *A. pycnanthum* pourrait correspondre à la première de ces espèces. L'*A. scirpeum* décrit se rapproche de l'*A. elongatum* HOST P. B. ; il en diffère cependant par un certain nombre de caractères et notamment par sa souche « un peu rampante ».

BOREAU en 1869, par souci de précision, décrit un grand nombre d'espèces sans trop se préoccuper des synonymies possibles. Pour les espèces pouvant être considérées comme telles, il adopte à peu près

généralement la classification de GRENIER et GODRON. Il est suivi en cela par les botanistes de son temps.

DUVAL-JOUVE (1870) est sans doute parmi les auteurs qui ont étudié les *Agropyrum*, celui qui mérite la plus grande attention. Il a apporté un certain nombre d'idées nouvelles : recherche de caractères spécifiques, étude des variations parallèles à l'intérieur du groupe, utilisation de la structure anatomique des différents organes pour la discrimination des espèces. Il est de plus un des premiers à signaler l'existence d'hybrides naturels parmi les *Agropyrum*. Il résume ainsi sa méthode de travail : « Pour l'établissement des espèces, d'une part j'ai employé le principe des variations parallèles des types congénères (*Bull. Soc. Bot. de France*, 1865), attendu que s'il est bien reconnu que le *T. repens*, par exemple subsiste comme espèce unique dans ses innombrables variations, il n'y a pas de raison pour constituer des espèces avec les mêmes variations des types voisins... d'autre part, j'ai fait concourir l'analyse anatomique à la distinction des espèces. »

DUVAL-JOUVE reprend la classification du genre *Triticum* utilisée par LINNE :

genre *Triticum* { (Section 1 *Annua*-(*Triticum* L.)
(Section 2 *Perennia*-(*Agropyrum* P. B.)

Il repousse l'appellation d'*Agropyrum* instaurée par PALISOT de BEAUVOIS parce qu'il juge les caractères invoqués insuffisants pour définir un genre.

Dans sa recherche des « caractères spécifiques », il élimine comme non valables, parce que sujets à de trop grandes variations, un certain nombre de caractères : forme générale de l'épi, rapport de longueur épillets/entre-nœuds du rachis, glumes/épillets, forme de l'extrémité des glumes et des glumelles, forme du caryopse ; il adopte, pour établir sa classification des caractères « faciles à saisir, constants et tenant à la constitution même » : présence ou absence de rhizomes, aspect de la face supérieure des feuilles, texture des chaumes, forme générale des épillets, forme des enveloppes de la fructification et rapports entre elles. Ceci l'amène à définir dix espèces qu'il différencie ainsi :

+ Souches à rhizomes rampants.
× Feuilles à nervures fines ..... *T. repens* L.
× Feuilles à nervures larges et saillantes.
8 Feuilles rudes en dessus.
= Épillets lancéolés ou ovales.
. Épillets lancéolés, peu comprimés ; feuilles ordinairement glauques ..... ×*T. intermedium* D. J. (= *A. campestre* G. G.)
. Épillets ovales, comprimés, feuilles ordinairement vertes ..... *T. littorale* HOST.
= Épillets plus ou moins linéaires.
. Épis filiformes ; épillets linéaires, glumes obtuses. *T. Pouzolzii* GODR. (= *T. intermedium* D. J.)

. Épis grêles.
— Épillets linéaires, glumes obtuses ou obliquement tronquées ..... *T. glaucum* Godr. (= *A. intermedium* (Host) P. B.)
— Épillets étroits, lancéolés ; glumes obtusiuscules avec mucron ..... *T. acutum* D. C.
8 Feuilles non rudes en dessus, moins finement pubescentes et veloutées ..... *T. junceum* L.
+ Souche fibreuse, nullement rampante.
× Feuilles a nervures larges et saillantes.
o Glumes et glumelles nerviées, obtuses ou obliquement échancrées ..... *T. elongatum* Host
o Glumes et glumelles presque énerviées, très aiguës ou barbues ..... *T. Rouxii* (Gren.) D. J.
× Feuilles à nervures fines ..... *T. caninum* L.

T. repens, T. littorale, T. intermedium présentent toute une série de variations parallèles.

Un autre fait intéressant, que nous transcrivons ci-dessous, et que nous avons noté dans ce travail de Duval-Jouve, est sa prise de position en ce qui concerne *T. littorale* Host :

« Des comparaisons sans nombre faites sur les formes à peine acuminées et sur les plus longuement barbues de l'*A. pungens* Godr. nous ont démontré jusqu'à la plus complète évidence qu'il y a transition entre toutes ces formes et celles du *T. pycnanthum*, comme entre les formes mutiques et les formes aristées des *T. campestre* et *T. repens*, et qu'ainsi cette plante présente une série de variations parallèles à celle de ses congénères... Et enfin, des coupes très nombreuses opérées sur toutes ces diverses formes nous ont montré une parfaite identité de structure et, par suite, l'impossibilité de ne pas ramener les *A. pungens* Godr. et *pycnanthum* Godr. à une seule espèce. Or, cette espèce a déjà été décrite et admirablement figurée dans tous ses détails et ses formes extrêmes par Host... ; et dès lors, il n'y a qu'à lui rendre son nom princeps et excellent : *T. littorale* Host. »

Duval-Jouve tente d'utiliser la structure anatomique des feuilles, des rhizomes, des chaumes en tant que caractère spécifique. Nous relevons dans sa publication de 1870 :

« Après avoir constaté que l'étude anatomique des Graminées révèle des différences très grandes entre espèces du même genre, j'ai été amené à rechercher si, dans les genres difficiles, ces différences anatomiques ne pourraient pas être utilement appelées au secours ou au contrôle de celles qu'on tire des caractères extérieurs. Et naturellement encore, ma pensée s'est portée sur les *Agropyrum*, réputés difficiles parmi les Graminées françaises. »

Ceci l'amène aux conclusions suivantes :

« *T. Rouxii*... est un type en dehors des autres et sans intermédiaire qui le rattache à eux.

T. caninum, elongatum et *junceum* sont des types très tranchés et relativement peu variables.

T. acutum... se rapproche par l'aspect général du *T. junceum* et par les détails de son organisation, du *T. littorale*.

T. repens type très distinct se rapproche, dans quelques-unes de ses variations, du *T. intermedium* mais s'en tient encore à grande distance.

T. intermedium (*A. campestre*) et *T. littorale* n'ont entre eux que des différences très minimes et paraissent dériver d'un type unique...

T. glaucum et *T. Pouzolzii* ont une forme très voisine des deux précédentes et leurs rapports avec elles doivent être plus sévèrement déterminés... par une étude suivie des formes intermédiaires. »

Dans une note publiée en 1875, il confirme certaines de ces conclusions, admet, un des premiers, l'existence d'hybrides naturels parmi les *Agropyrum* et considère notamment le *T. acutum* D. C. comme issu de croisement (*T. junceum* L. × *T. littorale* Host) en raison de ses caractères, de son habitat et de la mauvaise conformation de son pollen.

Il émet pratiquement la même opinion en ce qui concerne *T. Rouxii*, élimine *T. Pouzolzii* qu'il rattache à *T. intermedium*. Ceci réduit à sept le nombre d'espèces définies par Duval-Jouve.

Husnot (1896-1899) reprend à peu de chose près la classification de Duval-Jouve. Il définit six espèces *A. elongatum, A. junceum,. A repens, A. glaucum, A. littorale, A. campestre* et adopte l'hypothèse du croisement (*A. junceum* × *A. littorale*) pour l'*A. acutum*. Il isole néanmoins l'*A. caninum* dans un nouveau genre, le genre *Goulardia*, et l'*A. Rouxii* dans le genre *Rouxia* tout en admettant l'hypothèse de Duval-Jouve quant à son origine hybride.

Coste (1906) rétablit *A. pungens R.* et S., *A. acutum* R. S., *A. Rouxii* (G.) Cam. en tant qu'espèces. Il ne mentionne pas la présence d'hybrides naturels au sein du genre *Agropyrum*.

Sa classification diffère de celle de Duval-Jouve plus par l'importance relative des caractères utilisés que par les caractères eux-mêmes.

Rouy (1913) adopte un système de classification un peu plus complexe. Ses grandes divisions sont conformes aux coupures établies par Husnot, mais il les réduit au rang de sous-genres à l'intérieur du genre *Agropyrum* : sous-genres *Goulardia, Eu. Agropyrum, Rouxia* qu'il divise à leur tour en un certain nombre de sections. Il fait intervenir la notion de race à l'intérieur des espèces. Les caractères invoqués pour définir ces races sont généralement assez subjectifs ; mais ce système de classification lui a permis de résoudre aisément le problème des synonymies souvent difficile à établir.

Il décrit ainsi neuf espèces :

A. caninum P. B.
A. elongatum P. B. auquel il ajoute deux races *A. scirpeum* Presl. et *A. corsicum* Rouy reconnus jusqu'alors généralement comme synonymes de l'espèce principale.
A. repens P. B.

A. coesium Presl. — Cet *Agropyrum* qu'il rétablit en tant qu'espèce a généralement été considéré auparavant comme une des nombreuses variétés de l'*A. repens*. Il lui adjoint deux races *A. littoreum* Rouy et *A. Koeleri* Rouy, la première pouvant être rapportée à l'*A. pungens* de God., la seconde à une forme maritime de l'*A. repens*.
A. Pouzolzii qu'il rétablit en tant qu'espèce avec une race, *A. rottboelloides* Rouy.
A. pycnanthum G. G. qu'il rapporte au *T. littorale* Host.
A. campestre G. G.
A. intermedium P. B. qu'il rapporte au *T. glaucum* Desf. avec une race *A. Savignonii* Not.

Il définit également un certain nombre d'hybrides naturels *A. acutum* R. et Sch. (*A. junceum* × *A. littoreum*), *A. acuteforme* Rouy (*A. junceum* × *A Kœleri*), *A. Duvallii* Rouy (*A. junceum* × *A. pycnanthum*) et *A. Rouxii*.

Fournier (1946) suit Coste d'assez près pour établir la classification, adopte dans la plupart des cas la nomenclature de Rouy.

Il mentionne un certain nombre d'hybrides naturels :

1) *A. junceum* × *A. repens littoreum* = × *acutum* R. S. et × *pungens* R. et S.
2) *A. junceum* × *A. repens Koeleri* = × *acuteforme* Rouy.
3) *A. junceum* × *A. pycnanthum* = × *A. Duvallii* Rouy.
4) *A. intermedium* × *A. repens* = × *A. apiculatum* (Tschern). P. Fourn.
5) *A. elongatum scirpeum* × *Hordeum maritimum* = *Agropyrhordeum* P. Fourn. = *A. Rouxii* (Duv. J. Gren.).

Il divise le groupe *A. repens* en de nombreuses sous-espèces et variétés et lui rattache entre autres *A. littoreum* (Schum.) Ry., *A. cæsium* Presl., *A. Kœleri* Rouy. Il définit ainsi huit espèces principales :

A. caninum (L.) P. B.
A. repens (L.) P. B.
A. campestre G. et G.
A. Pouzolzii G. et G.
A. intermedium (Host) P. B. qu'il rapporte au *T. glaucum* Desf. avec une forme velue *A. Savignonei* De Not.
A. pycnanthum G. et G. qu'il rapporte au *T. littorale* Host.
A. junceum (L.) P. B.
A. elongatum (Host) P. B. auquel il rattache deux formes voisines *A. corsicum* Rouy et *A. scirpeum* Presl.

Prat (1931) utilise les caractères épidermiques pour « compléter et perfectionner l'ensemble des procédés actuellement employés » en Systématique. Comme Duval-Jouve, il fait appel aux *Agropyrum* en raison de leur complexité ; nous relevons dans son étude sur « L'épiderme des Graminées » :

« Les espèces françaises d'*Agropyrum* nous fournissent un premier exemple d'application de l'étude des épidermes à la Systématique. La variété des dispositions épidermiques qu'elles offrent permettra d'éprouver la valeur des diverses catégories de caractères distinctifs. D'autre part, dans ce genre très complexe plus que dans d'autres, il peut être utile de compléter les procédés de détermination usuels par de nouveaux moyens d'identification et de contrôle. »

Ceci l'amène à établir trois sections.

1° La section *Juncea* comprend une seule espèce très constante, *A. junceum* P. B.

2° La section *Repentia* comprend une seule espèce très polymorphe,

A. repens P. B., avec de nombreuses variétés reconnaissables au développement des arêtes ou à la pilosité.

3° La section *Intermedia* comprend de nombreuses formes méritant le nom d'espèces par l'importance de leurs caractères différentiels : *A. glaucum* R. S., *A. campestre* G. G., *A. pycnanthum* G. G., *A. caesium* Presl., *A. Pouzolzii* G. G., *A. elongatum* P. B., *A. Savignonii* De Not.

Notons également que Prat rapproche *A. caninum* (L.) P. B. (qu'il range dans le genre *Goulardia*) de la section *Repentia* et qu'il trouve des affinités entre le genre *Eremopyrum* et la section *Intermedia*.

Dans le domaine de la caryosystématique, le nombre de chromosomes a pu être utilisé comme caractère d'appoint pour différencier les espèces.

Les *Agropyrum* constituent en effet, comme les Blés, une série polyploïde ayant $x = 7$ pour nombre de base, avec les répartitions suivantes $2n = 14, 28, 35, 42, 49, 56, 70$. Aucune espèce à 70 chromosomes n'est spontanée en France.

Les premiers dénombrements ont été effectués par Stolze (1925), Peto (1929, 1930, 1936), Simonet (1934, 1935, 1953), Pardi (1937), Simonet et Guinochet (1938).

On peut répartir ainsi les espèces spontanées en France :

1° Espèce diploïde, $2n = 14$.
A. elongatum (Host) P. B.

2° Espèces tétraploïdes, $2n = 28$.
A. junceum (L.) P. B. *subsp. boreo-atlanticum* S. G.
A. caninum (L.) P. B.

3° Espèces hexaploïdes, $2n = 42$.
A. repens (L.) P. B.
A. littorale (Host) P. B.
A. intermedium (Host) P. B. (*A. glaucum* Desf.).
A. junceum (L.) P. B. *subsp. mediterraneum* S.

4° Espèce octoploïde, $2n = 56$.
A. campestre G. G.

Les dénombrements chromosomiques ont permis également de confirmer les hypothèses émises par quelques systématiciens en ce qui concerne l'existence d'hybrides naturels auxquels on avait donné rang d'espèces : Simonet (1934-1935), Ostergren (1940), Godley (1947-1951).

Parmi ces hybrides, un certain nombre sont aisément reconnaissables au fait qu'ils contiennent un multiple impair du nombre de base 7. Ces types chromosomiquement non équilibrés peuvent être considérés comme issus de croisements entre espèces d'*Agropyrum* possédant des nombres de chromosomes différents.

On peut distinguer :

1° Des hybrides pentaploïdes : $2n = 35$. *A. acatum R et S.*

Simonet (1934) le considère comme issu du croisement *A. junceum* (L.) P. B. $n = 14 \times$ *A. pungens* Roem. et S. $n = 21$ (*sensu* Coste)

Les différentes races ou formes d'*A. acutum* décrites dans quelques flores, *A. affine* Deth., *A. Duvallii* Rouy, *A. acuteforme* Rouy pourraient provenir du croisement entre le même *A. junceum* et d'autres espèces d'*Agropyrum* hexaploïdes. Certaines d'entre elles ont été étudiées par: Ostergren (1940) *A. junceum* (L.) P. B. $\times$ *A. repens* (L.) P. B., et par Godley (1951) *A. pungens* Roem. $\times$ *A. junceum* (L.) P. B., *A. repens* L. $\times$ *A. junceum* (L.) P. B.

2° Des hybrides heptaploïdes $2n = 49$.

De tels hybrides ont été décrits par :

Simonet (1935) : *A. Tallonii* S. (*A. repens* $n = 21 \times$ *A. campestre* $n = 28$) ; Ostergren (1940) (*A. junceum* $n = 28 \times$ *A. repens* $n = 21$).

L'hybride décrit par Ostergren serait issu de la fécondation d'un gamète femelle non réduit. Ces formes à $2n = 49$ sont très fréquentes à l'état spontané.

Des croisements peuvent également se produire entre espèces possédant le même nombre de chromosomes. Simonet (1935) signale l'hybride *A. Duvallii* Rouy var. *mediterraneum* sans doute issu du croisement (*A. junceum* var. *mediterraneum* $\times$ *A. littorale*), mais dans ce cas précis, le seul dénombrement chromosomique n'apporte aucun élément positif pour la discrimination entre espèces et hybrides ; l'étude de la méiose est indispensable. Peu de travaux ont été publiés dans ce domaine en matière d'*Agropyrum*. Ils seront discutés ultérieurement.

Tous ces croisements se réalisent fréquemment dans la nature. Ils donnent naissance à des types intermédiaires, généralement stériles, chromosomiquement déséquilibrés qui se maintiennent par voie végétative. Ces nouvelles formes présentent souvent un fort hétérosis et elles prennent parfois un tel développement qu'elles éliminent les espèces parentes. C'est ainsi que l'*A. acutum* sur certaines plages du littoral, est beaucoup moins rare que ses parents présumés. Il n'occupe toutefois pas une position aussi avancée que l'*A. junceum* sur les dunes, mais il a colonisé l'aire intermédiaire.

En matière de génétique, les travaux concernant les *Agropyrum* sont peu nombreux. Godley (1947), dans une thèse non publiée, étudie la disjonction d'un certain nombre de caractères intraspécifiques (longueur des barbes des glumelles, couleur du feuillage, pilosité du rachis), chez quelques *Agropyrum* britanniques : *A. pungens*, *A. caninum*, *A. repens*. Du point de vue taxinomique, ceci l'amène, entre autres, à réunir en une seule espèce *A. pungens* Pers. et *A. littorale* Dum. Contrairement à Duval-Jouve, il accorde la priorité à Persoon et adopte *A. pungens* Pers. comme nom spécifique. Signalons également dans ce même travail, une étude cytogénétique : l'auteur analyse, assez succinctement d'ailleurs,

le comportement à la diacinèse et à l'anaphase I des chromosomes d'*A. repens*, *A. pungens*, *A. junceum* et de deux hybrides naturels à $2n = 35$ (*A. pungens* × *A. junceum*) et (*A. repens* × *A. junceum*).

Les difficultés qu'ont eues les botanistes dans l'étude des *Agropyrum* traduisent la complexité naturelle d'un genre en pleine évolution dont la variabilité a plusieurs causes : polyploïdie, allogamie, stérilité, importance de la multiplication végétative, permettant ainsi à l'hybridation interspécifique de jouer un rôle important. Enfin, les milieux souvent extrêmes et très variables où vivent la plupart des *Agropyrum* peuvent accentuer encore l'impression de confusion.

4. LES HYBRIDES TRITICUM × AGROPYRUM

Les premiers travaux réalisés avec un plan d'ensemble l'ont été en Russie, à partir de 1928, par TZITZIN qui croise avec succès plusieurs espèces et variétés de Blé avec *A. glaucum* DESF. (= *A. intermedium* (HOST) P. B.) et une espèce continentale indigène en Russie, ayant $2n = 70$ chromosomes. Cette espèce est désignée comme *A. elongatum* (HOST) P. B. par de nombreux auteurs et notamment par les Russes. Or, l'espèce décrite sous ce nom par HOST est une plante littorale méditerranéenne à $2n = 14$ (SIMONET, 1935) à laquelle nous réserverons le nom d'*A. elongatum* (HOST) P. B. Nous désignerons sous le nom provisoire d'*A.* (*elongatum* 10*x*) l'espèce russe à $2n = 70$ qui a été croisée avec le Blé.

Des résultats comparables sont publiés par VERUSHKINE et SCHESCHURDINE. Bien qu'ayant saisi les possibilités d'utilisation de tels hybrides comme plantes fourragères, les Russes ont surtout cherché à obtenir des Blés pérennes, destinés aux terres froides et salées du nord de la Russie. La valeur boulangère des premiers hybrides obtenus s'était révélée supérieure à celle des Blés × Seigles et même à celle de certains Blés. Ces différents auteurs signalent de grosses différences notamment en matière de fertilité des F_1 selon le sens du croisement (le Blé a généralement été choisi comme parent femelle), la souche d'*Agropyrum*, l'espèce ou la variété de Blé utilisées. VAKAR, KIJNIAK, SIPKOV, SAPEHIN étudient les différents croisements du point de vue cytologique et supposent que les Blés cultivés et les *Agropyrum* ont une origine commune. Ces premières conclusions concernant les relations phylogéniques des Blés et des *Agropyrum* ont été fortement contestées.

A la suite de ces travaux, de nombreux pays étrangers élaborent de vastes programmes de croisements.

Au Canada, dès 1935, la Station de Recherches sur les Plantes Fourragères d'Ottawa et le laboratoire des fourrages de Saskatoon commencent les premiers croisements entre *Triticum* et *Agropyrum* en col-

laboration avec PETO qui intervient pour l'étude cytologique et pour la création des amphidiploïdes (cf. PETO, PETO et BOYES, PETO et YOUNG). Parmi les *Agropyrum* essayés, les espèces signalées par les Russes, et particulièrement *A.* (*elongatum* 10*x*) et *A. glaucum* R. et S. (= *A. intermedium* HOST) ont pu être croisées avec des Blés tétraploïdes ou hexaploïdes. Les recherches, dont les résultats sont publiés par ARMSTRONG, ARMSTRONG et MAC LENNAN, JOHNSON et MAC LENNAN, JOHNSON, WHITE ont été surtout orientées vers la création de fourrages verts à gros grains résistant au froid et à la sécheresse. Les hybrides avec *A.* (*elongatum* 10*x*), partiellement fertiles, sont suivis en sélection généalogique, les hybrides avec *A. glaucum*, stériles, sont recroisés par le parent Blé ou traités à la colchicine pour obtenir des amphidiploïdes.

Aux États-Unis, SMITH tente de croiser avec les Blés 15 espèces d'Agropyrum. Il obtient des hybrides (1) avec *A.* (*elongatum* 10*x*), *A. intermedium* et *A. trichophorum* (LINK.) RICHT (considéré comme une sous-espèce du précédent). D'un autre côté, SANDO réussit un certain nombre de croisements, particulièrement entre *A. trichophorum* et *T. Timopheevi*, *T. persicum*, *T. durum* et *T. macha*.

Ces hybrides semblent avoir été utilisés en vue de la création de Blés résistant à la Rouille noire et ils ont fait l'objet d'études cytologiques (LOVE et SUNESON, SUNESON et POPE, POPE et LOVE). THOMPSON et GRAFIUS étudient également deux générations de recroisement issues de *T. vulgare* VILL. × *A. trichophorum* LINK. La présence de plantes sesquidiploïdes provenant de gamètes femelles non réduits dès la première génération de recroisement permet d'arriver très rapidement à une bonne fertilité. Malgré un retour rapide au parent Blé, certains caractères de l'*Agropyrum* sont conservés.

De nombreux hybrides Blés × Chiendents ont été obtenus également en Allemagne, dans le laboratoire du Professeur RUDORF, particulièrement avec *A. intermedium* (HOST) P. B. Ils ont été étudiés cytologiquement par OHLENDORF et par GAÜL, et sélectionnés pour la résistance aux Rouilles brune, jaune et noire.

OSTERGREN en Suède, signale un hybride *T. turgidum* × *A. junceum* (L.) P. B. Il a été étudié cytologiquement mais ne semble avoir fait l'objet d'aucune sélection.

En France, les premiers hybrides entre *Agropyrum* et *Triticum* sont réalisés par SIMONET et DE GUGNAC à partir d'*A.* (*elongatum* 10*x*).

Au moins sur le plan pratique, l'ensemble de ces travaux sur les hybrides *Triticum* × *Agropyrum* n'a pas encore donné de résultat important. Les recherches actuelles en matière de sélection portent principalement sur les possibilités d'utilisation de certains facteurs de résistance (notamment aux Rouilles) portés par les *Agropyrum*.

(1) Les plantules issues du croisement avec *A. cristatum* sont mortes prématurément.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1° MATÉRIEL ET TECHNIQUES DE CROISEMENT

Les études effectuées sur les *Agropyrum* ont porté :

1. Sur un certain nombre de clones pour chacune des espèces.

Ces clones ont été récoltés en France, dans diverses régions et multipliés végétativement en pots à Versailles. Les différentes origines de ces clones sont notées dans le tableau II.

2. Sur quelques souches issues de semis.

Les souches d'*A. intermedium* 75 et 75 *bis*, la souche d'*A. repens* 27 proviennent de graines reçues du Canada.

Les souches 9/5 et 104/7 sont issues de l'autofécondation de clones cultivés à Versailles.

TABLEAU II

*Clones d'*Agropyrum *prélevés en France : Résultats de l'analyse chromosomique.*

Nombre 2*n* observé	Espèce (ou hybride naturel)	Nombre de clones analysés	Départements d'origine
14	A. elongatum (Host) P. B.	1	Var
28	A. caninum (L.) P. B.	2	Ariège, Hautes-Pyrénées
	A. junceum boreo-atlanticum (L.) S.G.	7	Loire-Atlantique, Charente Mme, Gironde, Landes
35	× A. acutum boreo-atlanticum A. (junceum b. a. × A. littorale)	5	Loire-Atlantique
42	× A. acutum mediterraneum (A. junceum med × A. littorale)	2	Hérault, Var
	A. junceum mediterraneum (L.) S.	4	Hérault, Bouches-du-Rhône
	A. littorale (Host) Dum.	4	Loire-Atlantique, Hérault, Var
	A. intermedium (Host) P. B.	4	Puy-de-Dôme
	A. repens (L.) P. B.	14	Hérault, Puy-de-Dôme, Maine-et-Loire, Seine-et-Oise
49	Formes non identifiées et × A. Tallonii (A. campestre × A. repens)	24	Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Hérault, Puy-de-Dôme, Maine-et-Loire, Loire-Atlantique, Oise
56	A. campestre G. G.	14	Alpes-Maritimes, Hérault, Indre-et-Loire

Pour chacune des souches obtenues et après identification, nous avons déterminé le nombre de chromosomes ; tous les clones inventoriés sont classés dans le tableau II.

On peut remarquer la forte proportion de formes spontanées à 49 chromosomes. La plupart de ces types peuvent être rattachés au groupe (*A. campestre* × *A. repens*). Ils croissaient en réalité au milieu de ces deux espèces. Quelques-uns avaient été identifiés à des *A. campestre* parce qu'ils en étaient morphologiquement très voisins. Trois d'entre eux croissaient sur le littoral.

L'étude détaillée de ces formes, vraisemblablement hybrides, n'a pas été envisagée dans ce travail.

Afin de faciliter l'interprétation des méioses et la compréhension des relations phylogéniques entre les différentes espèces, un certain nombre d'hybridations interspécifiques ont été tentées (tableau III), et les six croisements réussis ont fait l'objet d'une étude particulière.

TABLEAU III

*Hybridations entre espèces d'*Agropyrum.

Croisement	Contribution gamétique des espèces parentes ♀	♂	Nombre de fleurs pollinisées	Nombre de grains	Nombre de plantes	Année du croisement
A. elongatum × A. junceum med	7	21	20	0	0	1957
A. junceum med. × A. elongatum....	21	7	38	0	0	1957
A. elongatum × A. intermedium.....	7	21	170	50	0	1951
A. intermedium × A. elongatum	21	7	42	4	0	1952
A. junceum b. a. × A. elongatum....	14	7	24	4	?	1957
A. junceum b. a. × A. repens	14	21	56	15	?	1957
A. junceum b. a. × A. intermedium..	14	21	28	0	0	1957
A. junceum med. × A. repens	21	21	16	0	0	1957
A. junceum med. × A. littorale.....	21	21	—	—	2	1949
A. junceum med. × A. intermedium..	21	21	84	23	6	1951
A. junceum med. × A. campestre....	21	28	60	6	3	1950
A. intermedium × A. littorale	21	21	42	12	5	1952
A. repens × A. intermedium	21	21	182	0	0	1957
A. littorale × A. repens.....	21	21	118	0	0	1957
A. campestre × A. repens.....	28	21	72	7	1	1950
A. campestre × A. intermedium	28	21	64	40	10	1952
A. junceum m. × A. (elongatum 10 x).	21	35	18	4	0	1950

Les espèces ou variétés de Blé utilisées dans les croisements avec les *Agropyrum* sont les suivantes :

1° Série diploïde :

Triticum monococcum var. *flavescens* (KORN.) L., $2n = 14$ et $4x = 28$.

2° Série tétraploïde :

Triticum dicoccum SCHRANK (Amidonnier blanc barbu).

Triticum durum (BOISS.) var. *mahmoudi*.

Triticum persicum (Boiss.) var. *rubiginosum.*
Triticum polonicum L. (*Polonicum* à épis longs).
Triticum Timopheevi Zhuk.
Triticum turgidum L. (Poulard blanc lisse).

3° Série hexaploïde :
Triticum vulgare Vill. (1).
Blés d'hiver : Vilmorin 27, Blé des Dômes, Étoile de Choisy.
Blés alternatifs : Docteur Mazet, Hybride de Bersée, Magdalena.
Blés de printemps : Fylgia, Progress.

En raison de la tardivité de la plupart des espèces d'*Agropyrum*, il est nécessaire de retarder l'époque de floraison des Blés afin de pouvoir réaliser les croisements. On y parvient soit en rabattant les plantes avant la montée, soit en retardant les derniers semis jusqu'en Février (Blés d'hiver), ou jusqu'en Avril (Blés de printemps).

Les croisements ont été généralement réalisés en prenant le Blé comme parent femelle, ce sens de croisement assurant le maximum de réussite : en effet,

a) la stérilité femelle est plus fréquente chez les *Agropyrum*,

b) le Blé donne relativement peu de pollen,

c) la castration et la pollinisation sont plus faciles à faire sur le Blé.

Un croisement *A.* (*elongatum* 10 *x*) × *T. vulgare* var. Progress nous a toutefois donné 2 plantes 168/1 et 168/2 (4 grains obtenus pour 257 fleurs pollinisées).

Tous les hybrides obtenus ont été réalisés artificiellement : les fleurs castrées quelques jours avant l'anthèse et ensachées sous cellophane sont pollinisées deux à huit jours après la castration selon l'état des stigmates. Les épis sont ensuite réensachés jusqu'à la maturité des grains.

2. TECHNIQUES DE PRÉPARATION POUR L'OBSERVATION AU MICROSCOPE

Nous avons employé des techniques aujourd'hui d'utilisation courante, mais d'origine récente ; elles ont de plus souvent nécessité de notre part une mise au point pour notre matériel et nous avons jugé utile de les détailler ici :

A. — Observation des chromosomes somatiques.

Les chromosomes somatiques sont étudiés dans les méristèmes primaires de racines prélevées sur des grains mis à germer en boîte de Pétri

(1) Nous avons également obtenu des hybrides avec une forme de Blé hexaploïde reçue du Japon sous le nom de *T. persicum rubiginosum* et que nous appellerons *T. persicum rubiginosum* hexaploïde.

sur papier filtre humidifié, ou sur des plantes élevées en pots. Nous avons utilisé deux méthodes différentes selon le but poursuivi.

1° Méthode des coupes.

Elle est préférable pour les dénombrements chromosomiques. Parmi les techniques que nous avons testées, nous avons choisi la suivante :

— fixation dans le liquide de Navashin modifié par KARPENCHENKO (1927),

— inclusion dans la paraffine après :

lavage : 24 h à l'eau ordinaire,

déshydratation progressive : 24 h à l'alcool éthylique dans les mélanges 20°-35°-50°-70°-95° et alcool absolu,

éclaircissage progressif (alcool-xylène) à l'aide de mélanges 3 :1, 2 :2, 1 :3, xylène pur, pendant 24 h ;

— coupes transversales à 10μ,

— coloration au violet de gentiane à 1 p. 100 en solution aqueuse (15 à 30 minutes), selon la technique de NEWTON modifiée par LACOUR (D. et L., p. 117-130).

2° Méthode des écrasements.

Elle est plus rapide que la précédente ; elle a de plus l'avantage de faciliter l'analyse morphologique des chromosomes. Nous l'avons surtout utilisée dans ce but. Il est alors nécessaire d'effectuer un prétraitement avec une substance mitoclasique (stathmocinétique).

Ces substances utilisées à des concentrations données et pendant un temps donné ont pour propriété :

— d'inhiber la formation du fuseau et de retarder la division du centromère : ceci entraîne d'une part un éparpillement des chromosomes dans la cellule, d'autre part un blocage des divisions cellulaires en métaphase, d'où une légère augmentation de leur fréquence;

— de contracter plus ou moins les chromosomes sans changer toutefois les proportions relatives de leurs bras, ce qui facilite leur individualisation.

Un certain nombre d'auteurs ont mis au point l'utilisation des propriétés de ces substances pour faciliter l'observation des chromosomes.

O'MARA (1939, 1948) : colchicine, α-monobromonaphtalène.

MEYER (1943, 1945) : colchicine, paradichlorobenzène.

TJIO et LEVAN (1950) : 8-ortho-oxyquinoléine.

CAROLI (1952) : dérivés de la 8-oxyquinoléine.

SHARMA et al. (1956) : phénols.

Afin d'éviter une trop grande hétérogénéité dans les résultats, il est nécessaire d'opérer dans des conditions à peu près analogues. Après avoir

testé un certain nombre de ces produits (colchicine, 8-ortho-oxyquinoléine, alpha-mono-, iodo-, bromo- ou chloro-naphtalène), nous avons adopté un prétraitement de trois heures dans une solution saturée d'alpha-monochloronaphtalène dans l'eau préparée selon O'Mara (1948).

Malgré ces précautions, nous avons pu constater des variations dans l'intensité d'action de ce produit. Ces différences peuvent être rapportées à l'état physiologique du matériel au moment du prélèvement, mais également à des facteurs externes et notamment à la température avant et pendant l'action du prétraitement. Nous nous sommes efforcée pour l'étude comparative des caryotypes, de choisir des préparations aussi homogènes que possible.

Pour les colorations, nous avons employé deux techniques différentes que nous pouvons schématiser comme suit :

1° Technique de coloration a l'orcéine acétique (La Cour, 1941 ; O'Mara, 1948 ; Levan, 1950).

a) *Prétraitement* : nous coupons des pointes de racines fraîches et saines sur une longueur de 1 cm environ et les immergeons pendant trois heures dans une solution saturée d'alpha-monochloronaphtalène dans l'eau ordinaire.

b) *Fixation-coloration* : nous avons utilisé une solution d'orcéine à 1 p. 100 dans l'acide acétique à 45 p. 100, qui joue à la fois le rôle de fixateur et de colorant ; cette solution dans l'acide dilué étant de conservation limitée, il est nécessaire de la préparer au moment de l'emploi, soit :

— à 4,5 cc d'orcéine à 2,2 p. 100 dans l'acide acétique cristallisable, ajouter 5,5 cc d'eau distillée (solution standard),

— filtrer, ajouter 1 cc d'acide chlorhydrique normal. Cet acide, selon A. Rollen (1949) jouerait un double rôle : favoriser la dissociation des membranes, affiner la coloration des chromosomes.

La technique de coloration que nous avons utilisée est la suivante : après le prétraitement, nous transférons directement les racines dans une coupelle contenant la solution d'orcéine ; nous chauffons lentement jusqu'à émission de vapeurs, en prolongeant le chauffage deux à trois minutes sans ébullition. Il faut ensuite laisser refroidir 10 à 30 minutes pour améliorer et homogénéiser la coloration.

c) *Montage* :

— Placer sur une lame, dans une goutte de solution standard d'orcéine, le méristème isolé de la racine.

— Le dilacérer à l'aide d'aiguilles fines ou l'écraser à l'aide d'un instrument à manche plat.

— Recouvrir d'une lamelle et tapoter légèrement la lamelle afin de disperser les tissus.

— Ecraser ensuite pour aplanir les cellules en exerçant une pression ferme et uniforme sur la lamelle.

— Enlever l'excès d'orcéine et luter à la paraffine. Ainsi faites, ces préparations peuvent se conserver huit à quinze jours à une température de 15-20°.

d) *Avantages de la méthode* :

— Rapidité.

— Force des contrastes.

— Netteté des constrictions primaires et secondaires.

e) *Inconvénients* :

— Difficulté d'obtention de préparations permanentes : l'orcéine étant soluble dans l'alcool, la déshydratation obligatoire pour le montage entraîne une décoloration des tissus.

En utilisant une solution d'orcéine à 2 p. 100 (Levan, 1954), nous avons pu obtenir quelques préparations permanentes ; les chromosomes perdent toutefois en netteté et en finesse au montage.

— Qualité de coloration très irrégulière.

— Ramollissement des tissus souvent défectueux, rendant l'écrasement difficile (les cellules sont insuffisamment écrasées ou éclatées), d'où perte de matériel interprétable.

— Chauffage délicat : un excès de chauffage entraîne une détérioration des chromosomes (en particulier par rupture au niveau des zones hétérochromatiques).

2° Technique de coloration par la réaction nucléale de Feulgen.

a) *Prétraitement* : procéder comme pour la coloration à l'orcéine.

b) *Fixation* : placer les racines dans le fixateur de La Cour 2 BD (Darlington et La Cour, 1947, p. 114).

— Ajouter, deux heures après le début de la fixation une égale quantité d'acide chromique à 1. p 100.

— Laisser pendant 24 heures.

c) *Lavage* : rincer à l'eau ordinaire : 10 minutes, puis, à l'eau distillée : 2 passages successifs de 10 minutes chaque.

d) *Blanchiment, ramollissement des tissus* : transférer alors les racines dans le mélange en parties égales de : eau oxygénée 20 volumes et oxalate d'ammonium en solution saturée dans l'eau préparé au moment de l'emploi.

— Disposer les tubes contenant les échantillons pendant 8 à 10 minutes sur une platine chauffante, à la lumière, afin de favoriser le dégagement d'oxygène.

e) *Lavage* : laver à l'eau distillée, 10-15 minutes.

f) *Hydrolyse* : Placer les échantillons pendant 15 minutes dans l'acide chlorhydrique normal à 60°.

g) *Coloration* : transférer dans le réactif de SCHIFF, 1 heure et demie à 4 heures. Au sortir du réactif et pour intensfiier la coloration, les racines peuvent être placées dans l'eau ordinaire pendant un certain temps (10 à 30 minutes).

h) *Montage* : en préparation permanente :

— Mettre une goutte d'acide acétique à 45 p. 100 dans l'eau distillée sur une lame, isoler le méristème et l'y placer. Le dissocier sous une loupe binoculaire avec des aiguilles fines. Recouvrir d'une lamelle albuminée. Exercer une pression ferme et uniforme sur la lamelle pour écraser. Les échantillons, suffisamment ramollis par les opérations précédentes, doivent s'étaler sans peine en couche monocellulaire. (Nous avons pu, dans le cas où le ramollissement n'était pas satisfaisant, l'améliorer en laissant les racines 5 minutes dans l'acide acétique à 45 p. 100 au sortir de l'eau après coloration (g) ; un séjour trop prolongé détériore toutefois les chromosomes. Lorsque la coloration par le réactif de SCHIFF n'était pas suffisante, nous avons récupéré le matériel en le montant dans une goutte d'orcéine acétique à 1 p. 100.)

— Chauffer très légèrement pour améliorer le collage et enlever tout excès de liquide.

— Retourner la lame dans une boîte de Laveran contenant une solution d'acide acétique à 45 p. 100. L'y laisser jusqu'à ce que la lamelle se détache d'elle-même et tombe au fond.

— Déshydrater ensuite en faisant passer lame et lamelle dans :

Alcool 95° : 2 minutes.

Alcool absolu : 2 minutes.

— Monter dans une goutte d'Euparal.

i) *Avantages* : écrasement aisé, obtention rapide de préparations permanentes.

j) *Inconvénients* : fixation et blanchiment délicats, constrictions moins nettes qu'avec l'orcéine ; de plus, la technique selon FEULGEN est moins rapide que la technique à l'orcéine.

B. — Observation des chromosomes à la meiose.

Nous les avons étudiés dans les cellules-mères du pollen et nous avons obtenu les préparations à partir d'écrasements d'anthères. La technique est la suivante :

1° Fixation.

— Repérer le stade en écrasant une anthère dans une goutte de carmin acétique de BELLING (1 p. 100 dans l'acide acétique à 45 p. 100) ;

les deux autres anthères de la fleur sont fixées, si elles sont au stade voulu, dans :

Alcool acétique : alcool absolu 3-acide acétique crist. 1,

ou Carnoy : alcool absolu 6-chloroforme 3-acide acétique 1.

— Ajouter dans l'un ou l'autre de ces fixateurs, au moment de la fixation, une trace de perchlorure de fer en solution saturée dans l'eau ; (prendre du perchlorure de fer anhydre sublimé, le dissoudre dans l'eau distillée à froid jusqu'à saturation) : 1 goutte environ pour 5 cc de fixateur. On obtient un fixateur jaune pâle.

— Laisser séjourner les échantillons pendant 24 à 48 heures.

Nous avons utilisé indifféremment les deux fixateurs ; ils sont à peu près équivalents. Le Carnoy donne toutefois des structures chromosomiques un peu plus fines. Il donne également un peu plus de rigidité au matériel. Ce dernier avantage est négligeable si l'on stocke ensuite le matériel dans l'alcool.

2° Stockage du matériel.

Il est possible de stocker le matériel fixé pendant plusieurs mois et même pendant plusieurs années, soit dans le fixateur, soit dans l'alcool à 70°, en le gardant au réfrigérateur dans de petits tubes bouchés et paraffinés.

3° Coloration.

Carmin acétique ferreux de BELLING, utilisé selon le schéma suivant :

— Mettre une goutte de carmin acétique ferreux sur une lame, y placer l'étamine au sortir de l'alcool à 70°, la disséquer à l'aide d'aiguilles fines afin d'en faire sortir les cellules-mères, éliminer les parois des étamines. Recouvrir d'une lamelle albuminée.

— Laisser colorer pendant 5 à 10 minutes. Chauffer en évitant l'ébullition ; sécher à l'aide de papier buvard, pour enlever l'excès de liquide et pour étaler et coller les cellules, sans appuyer trop fortement afin de ne pas disperser le contenu cellulaire. Luter à la dissolution.

Ainsi colorées, les préparations peuvent se conserver au réfrigérateur environ une semaine.

On peut également obtenir des préparations permanentes : il suffit d'enlever la dissolution et de procéder comme il a été décrit plus haut.

Nous avons utilisé aussi la technique des écrasements d'anthères après fixation dans l'alcool acétique et coloration par la réaction nucléale de FEULGEN, mais la technique décrite ici a donné de meilleurs résultats.

C. — Observation du pollen.

Afin de donner une idée du degré et de la nature de la stérilité des espèces ou des hybrides étudiés et pour compléter l'étude du comportement en méiose, nous avons étudié succintement la conformation des grains de pollen et donné le pourcentage de grains normalement constitués. Les prélèvements ont été effectués à l'anthèse et colorés à la safranine ou au carmin acétique de BELLING. Pour les hybrides à anthères indéhiscentes, le prélèvement s'effectue à l'ouverture des fleurs.

— La safranine est en solution à 1 p. 100 dans le mélange :

1/3 alcool absolu.

1/3 eau distillée,

1/3 glycérine.

Avantage : méthode rapide. — Inutile de luter. — Conservation indéfinie.

Inconvénient : le contraste entre grains vides et grains pleins ne se marque pas immédiatement.

— Le carmin acétique est en solution à 1 p. 100 dans l'acide acétique à 45 p. 100.

Avantage : coloration instantanée du cytoplasme et des noyaux dans les grains viables, excellent contraste.

Inconvénient : conservation des préparations limitée à quelques jours et à condition de les luter à la paraffine.

3. INTERPRÉTATION DES MÉIOSES.

Les homologies génomiques ont été mesurées d'après les appariements observés à la méiose en métaphase I. Si chaque type de chromosome est présent à l'état double (diploïde) chez une plante, on observe uniquement des bivalents ; chez les espèces à centromètre médian ou submédian, ces bivalents sont en anneaux (1 chiasma au moins dans chaque bras). Toute déviation de ce schéma peut être traduite en termes d'homologie.

Les appariements se produisent à des stades bien antérieurs à la métaphase I : chez certaines espèces, on peut interpréter ces stades précoces ; cela est impossible avec notre matériel pour diverses raisons : nombre chromosomique généralement élevé, chromosomes souvent agglutinés. L'observation des M_1 permet d'ailleurs de tirer des conclusions parallèles et généralement aussi précises.

Même si nous admettons que l'appariement dépend uniquement de l'homologie des chromosomes en présence (nous aurons l'occasion de constater des exceptions), une difficulté se présente ; du fait de l'évolution des chromosomes, tous les intermédiaires existent entre l'homologie parfaite (chromosomes portant les mêmes éléments rangés dans le même ordre) et l'absence totale d'homologie.

TABLEAU IV. — *Tableau synoptique mettant en évidence les synonymies entre les appellations diverses utilisées pour chacune des espèces d'*Agropyrum *par les principaux auteurs cités.*

Auteurs → / Espèces ↓	Linne 1) 1753 2) 1763	Desfontaines 1804	Persoon 1805	Host 1802 1809 1827	De Candolle 1805 1815	Reichenbach 1834 1850	Godron et Grenier 1855 1856	Duval-Jouve 1870 1875	Husnot 1896 1899	Coste 1906	Rouy 1913	Fournier 1946	Simonet 1934, 1935 1938 1953
A. elongatum (Host) P. B. $2n = 14$.				T. elongatum.	T. rigidum variété β.	A. rigidum R. S.	A. scirpeum Presl. ±.	T. elongatum Host.	A. elongatum P. B.	A. elongatum P. B.	A. elongatum P. B. + 2 races A. scirpeum Presl. A. corsicum Ry.	A. elongatum P. B. et 2 formes A. scirpeum Presl. A. corsicum Ry.	A. elongatum (Host) P. B. $2n = 14$.
A. caninum (L.) P. B. $2n = 28$.	1) T. caninum. 2) Elymus caninus.	T. caninum L.	T. caninum L.	T. caninum L.	T. sepium Lam.	A. caninum R. S.	A. caninum R. S.	T. caninum L.	Goulardia canina.	A. caninum R. S.	A. caninum P. B.	A. caninum (L.) P. B.	A. caninum P. B. $2n = 28$
A. junceum boreo-atlanticum (L.) S. G. $2n = 28$. A. junceum mediterraneum (L.) S. $2n = 42$.	2) T. junceum.	T. junceum L.	T. junceum L.	T. junceum L.	T. junceum L.	A. junceum P. B.	A. junceum P. B.	T. junceum L.	A. junceum (L.) P. B.	A. junceum P. B.	A. junceum P. B.	A. junceum (L.) P. B.	A. junceum b. a. $2n = 28$ A. junceum mediterraneum $2n = 42$
A. intermedium (Host) P. B. $2n = 42$.		T. glaucum?		T. intermedium.	T. glaucum Desf. (= T. interm. Gaud.)	A. intermedium (Host) P. B.	A. glaucum R. S. (= T. rigidum D. C.).	T. glaucum Desf.	A. glaucum R. S.	A. glaucum R. S.	A. intermedium P. B. et 1 race A. Savignonii Not.	A. intermedium (Host) P. B. et 1 forme A. Savignonii Not.	A. intermedium P. B. $2n = 42$
A. littorale (Host) Dum. $2n = 42$.			T. pungens?	T. littorale.		A. littorale (Host) Dum. (= T. repens var. maritimum Koch.)	A. pungens R. S. A. pycnanthum G. G.	T. littorale Host.	A. littorale Dum.	A. pungens R. S. A. littorale Dum.	A. pycnanthum G. G.	A. pycnanthum G. G.	A. littorale Dum. $2n = 42$
A. repens (L.) P. B. $2n = 42$.	1) T. repens.	T. repens L.	T. repens L.	T. repens L.	T. repens L.	A. repens P. B.	A. repens P. B.	T. repens L.	A. repens P. B.	A. repens P. B.	A. repens P. B.	A. repens (L.) P. B.	A. repens P. B. $2n = 42$
A. campestre G. G. $2n = 56$.						A. glaucum R. S. ±.	A. campestre G. G.	T. intermed. Host T. Pouzolzii G.	A. campestre G. G.	A. campestre G. G.	A. campestre G. G.	A. campestre G. G.	A. campestre G. G. $2n = 56$
Hybrides A. acutum D. C. et formes apparentées $2n = 35$ et 42.					T. acutum.	A. acutum R. S.	A. acutum R. S.	× T. acutum etc...	× A. acutum R. S. etc.	A. acutum R. S.	× A. acutum etc...	× A. acutum etc...	A. acutum. $2n = 35$ A. Duvallii. $2n = 35,42$
Hybride Hordeopyrum (A. Rouxii God. D. J.)								× T. Rouxii G. DJ.	Rouxia.	× A. Rouxii G. Cam.	× A. Rouxii.	× A. Rouxii.	× A. Rouxii. $2n = 49$

TABLEAU V. — *Caractères en végétation des principales espèces d'*Agropyrum.

Caractères étudiés → / Espèces ↓	A. elongatum (Host) P. B. (souche Saint-Aygulf)	A. caninum (L.) P. B. 93 (Tarascon/Ariège)	A. junceum b. a. (L.) S. G. 535 (Le Croisic)	A. junceum med. (L.) S. 162 (Stes-Maries de la Mer)	A. intermedium (Host) P. B. 506 (Clermont-Ferrand)	A. littorale (Host) Dum. 499 (St-Aygulf)	A. repens (L.) P. B. 495 (Montpellier)	A. campestre G. G. 485*a* (Montpellier)
Souche.	Pas de rhizome souche cespiteuse.	Pas de rhizome souche cespiteuse.	Longuement traçante, rhizomes épais profondément enfouis.	Longuement traçante, rhizomes épais profondément enfouis.	Traçante, rhizomes courts, peu profonds.	Traçante.	Traçante.	Traçante.
Gaines.	Glabres, fortement anthocyanées à la base, ne recouvrant pas les nœuds.	Légèrement velues (poils courts et peu nombreux).	Glabres, lisses au bord, recouvrant les entre-nœuds, très appliquées.	Pubescentes (poils longs et fins), recouvrant les nœuds, très appliquées.	Glabres, poils marginaux, lâches, ne recouvrant pas les entre-nœuds.	Glabres, striées, bords membraneux, ne recouvrant généralement pas les entre-nœuds.	Glabres, striées, bords membraneux, ne recouvrant pas les entre-nœuds.	Glabres, ne recouvrant généralement pas les entre-nœuds.
Oreillettes et ligules.	Oreillettes fines et longues.	Oreillettes filiformes ; ligules très courtes.	Pas d'oreillettes, ligules assez hautes (1 mm environ) finement dentées.	Oreillettes très courtes, ligules membraneuses, plus larges que le limbe à son point d'attache, finement dentées.	Oreillettes courtes et larges (triangulaires), ligules très courtes.	Oreillettes filiformes, ligules très courtes.	Pas d'oreillettes, ligules courtes, finement dentées.	Oreillettes courtes et larges (triangulaires), ligules très courtes.
Limbe.	Plan, enroulé en fin de végétation, raide, rude, retombant, étroit, vert glauque.	Plan, horizontal, assez mou, large, vert émeraude.	Plan, parfois enroulé sur les bords, dressé, mou, large, bords lisses.	Plan, parfois enroulé sur les bords, retombant, mou, large, bords lisses.	Plan, légèrement enroulé à la pointe, dressé, raide, large, bords scabres.	Plan, enroulé à la pointe, horizontal, raide et dur, étroit et court, bords scabres.	Plan, dressé, large, bordé d'une ligne blanche dure et scabre.	Plan, enroulé à la pointe, dressé, raide et dur, large, bordé d'une ligne blanche dure et scabre.
Limbe (face interne).	Profondément nervurée à nervures peu nombreuses, brièvement pubescentes.	Finement nervurées à nervures nombreuses portant de petites épines.	Profondément nervurée, nervures nombreuses et régulières couvertes de poils courts et fins très glauques.	Profondément nervurée, nervures nombreuses et régulières couvertes de poils courts et fins très glauques.	Nervures peu profondes, irrégulières, glaucescentes, rudes (épines grosses et courtes).	Profondément nervurée, nervures régulières, scabres.	Finement et régulièrement nervurée, glauque, légèrement scabre.	Profondément et irrégulièrement nervurée, très glauque, souvent anthocyanée, très rude (épines courtes et grosses).
Limbe (face externe).	Face lisse, non carénée, finement nervurée.	Face glabre, rude, carénée.	Lisse, non carénée, non glauque.	Lisse, non carénée, non glauque.	Glabre, lisse, fortement carénée, non glauque.	Glabre, lisse, non carénée, glaucescente.	Glabre, lisse, très légèrement carénée, finement nervurée.	Rude, légèrement carénée, finement nervurée.
Nœuds du chaume.	Glabres, anthocyanés.	Glabres, anthocyanés.	Glabres, anthocyanés.	Velus, anthocyanés.	Glabres, légèrement anthocyanés.	Glabres, légèrement anthocyanés.	Glabres, non anthocyanés.	Glabres.
Paille.	Creuse.	Creuse.	Pleine.	Pleine.	Demi-pleine.	Demi-pleine.	Creuse.	Demi-pleine.
Précocité à la floraison.	Tardif (fin juin-début juillet).	Précoce (1-15 juin).	Précoce (1-15 juin).	Tardif (fin juin-début juillet).	Tardif (fin juin-début juillet).	Tardif (fin juin-début juillet).	Intermédiaire (15-30 juin).	Tardif (fin juin-début juillet).

TABLEAU VII. — *Caractères de la glume inférieure.*

Espèces → Caractères ↓	A. elongatum	A. caninum	A. junceum b. a.	A. junceum med.	A. intermedium	A. littorale	A. repens	A. campestre
Position relative des 2 glumes à la base de l'épillet.	Glumes se recouvrant à peine, généralement contiguës à la base.	Glumes ne se recouvrant pas à la base.	Glumes se recouvrant à la base.	Glumes se recouvrant à la base.	Glumes espacées à la base.	Glumes contiguës à la base.	Glumes contiguës à la base.	Glumes contiguës à la base.
Longueurs relatives des 2 glumes, inférieure et supérieure.	Inégales.	Inégales.	Inégales.	Inégales.	Inégales.	Subégales.	Subégales.	Inégales.
Forme générale de la glume inférieure.	Ovale.	Lancéolée-linéaire.	Ovale-oblongue.	Linéaire-oblongue.	Linéaire-ovale.	Ovale-lancéolée.	Ovale-lancéolée.	Ovale-lancéolée.
Caractères des nervures.	Nervures fines et parallèles, inégales.	Nervures accentuées, égales, convergeant au sommet.	Nervures peu accentuées, parallèles et inégales.	Nervures peu accentuées, parallèles et inégales.	Nervures très accentuées, égales et parallèles.	Nervures accentuées, égales et parallèles.	Nervures accentuées, égales et parallèles.	Nervures accentuées, égales et parallèles.
Présence de carène.	Non carénée.	Non carénée.	Carénée.	Carénée.	Faiblement carénée.	Carénée.	Carénée.	Carénée.
Poils ou épines sur la carène.	Absents.	Épines fines et denses sur la carène et sur l'arête.	Absents.	Absents.	Quelques épines sur la moitié supérieure seulement.	Épines fines plus denses au sommet.	Épines grosses et denses sur toute la carène.	Quelques épines sur le 1/3 supérieur seulement.
Forme du sommet.	Arrondi ou faiblement tronqué, mutique.	Aigu, aristé.	Arrondi ou légèrement tronqué, légèrement atténué, mucroné.	Arrondi ou légèrement échancré, légèrement atténué, mutique.	Très obtus, obliquement tronqué, quelquefois légèrement échancré, mutique.	Aigu, parfois acuminé.	Aigu, acuminé ou légèrement aristé.	Aigu, faiblement mucroné.
Pilosité de la face interne.	Légèrement velue.	Glabre.	Velue.	Fortement velue (poils longs et denses).	Glabre.	Velue.	Peu velue (quelques poils courts au sommet).	Très velue (poils nombreux, mais courts).
Pilosité de la face externe.	Glabre.	Scabre sur toutes les nervures.	Glabre.	Glabre.	Glabre.	Glabre.	Glabre.	Glabre.

TABLEAU VIII. — *Caractères des glumelles.*

Espèces → / Caractères étudiés ↓	A. elongatum	A. caninum	A. junceum boreo-atlanticum	A. junceum med.	A. intermedium	A. littorale	A. repens	A. campestre
Forme générale de la glumelle inférieure.	Ovale.	Linéaire, atténuée au sommet.	Lancéolée, atténuée au sommet.	Lancéolée, atténuée.	Ovale.	Lancéolée, oblongue.	Lancéolée.	Lancéolée, oblongue.
Présence de carène sur la glumelle inférieure.	Nervure médiane légèrement accentuée sur le 1/3 médian.	Légèrement carénée sur le tiers supérieur.	Légèrement carénée sur toute la longueur.	Légèrement carénée sur le tiers supérieur.	Carénée sur le tiers supérieur.	Carénée, nervures secondaires accentuées convergeant au sommet.	Carénée sur le tiers supérieur.	Carénée, nervures secondaires accentuées convergeant au sommet.
Forme de l'extrémité de la glumelle inférieure.	Obtuse, arrondie ou légèrement carénée.	Aiguë, parfois bidentée.	Atténuée au sommet.	Atténuée au sommet.	Obtuse.	Atténuée au sommet.	Aiguë.	Atténuée au sommet.
Forme du bec de la glumelle inférieure.	Mucronée ou mutique.	Aristée, barbe généralement plus longue que la glumelle, épineuse.	Mucronée.	Mucronée.	Mucronée.	Mucronée.	Aristée (barbe très courte, 1-2 mm).	Mucronée.
Pilosité interne de la glumelle inférieure.	Très velue sur toute la surface, mais particulièrement au sommet.	Très légèrement velue (poils courts).	Velue.	Velue.	Glabre.	Légèrement velue au sommet (poils courts).	Velue.	Légèrement velue au sommet.
Forme générale de la glumelle supérieure.	Atténuée, arrondie ou échancrée au sommet.	Linéaire.	Lancéolée, arrondie ou légèrement échancrée au sommet.	Lancéolée.	Ovale.	Lancéolée, oblongue.	Lancéolée, obtuse ou échancrée au sommet.	Lancéolée, oblongue, obtuse ou échancrée au sommet.
Dimensions de la glumelle supérieure par rapport à l'inférieure.	Beaucoup plus courte.	Même longueur.	Un peu plus courte.	Beaucoup plus courte.	Aussi longue et plus large.	Même longueur.	Beaucoup plus courte.	Légèrement plus courte.
Présence de poils ou épines sur les lignes de repli.	Ciliées.	Ciliées.	Ciliées.	Ciliées.	Très légèrement ciliées.	Ciliées.	Ciliées.	Ciliées.
Importance du rachillet.	Très court (presque nul).	Long (1/4 env. de la glumelle supérieure).	Long (1/4 env. de la glumelle sup.).	Long (1/4 env. de la glumelle supérieure).	Moyen.	Moyen.	Court.	Moyen.
Forme du rachillet.	Cunéiforme.	Long, cylindrique, évasé au sommet.	Cunéiforme.	Cunéiforme.	Cunéiforme.	Cunéiforme.	Cunéiforme.	Cunéiforme.
Pilosité du rachillet.	Glabre.	Fortement velu.	Légèrement velu.	Velu.	Velu.	Velu.	Légèrement velu.	Épineux.

L'appariement de 2 chromosomes parfaitement homologues se traduira toujours par des interchanges et des figures d'associations (bivalents en anneaux, 2 chiasmata). Au contraire, l'appariement de 2 fragments homologues portés par 2 chromosomes différant pour le reste de leur constitution peut ne pas donner lieu à échange (nous aurons alors deux univalents) : s'il y a échange, nous aurons généralement un bivalent droit (1 chiasma).

La présence constante de bivalents en anneaux indique donc une homologie étroite ; la présence fluctuante de bivalents droits traduit une homologie partielle.

D'autre part, dans le cas d'homologie partielle, un chromosome peut être partiellement homologue de plusieurs autres chromosomes, d'où probabilité faible d'apparition d'associations complexes, généralement en chaînes, à disjonction souvent aberrante.

Ces anomalies partielles sont la conséquence de remaniements dont les plus fréquents (ou tout au moins les plus décelables) sont les inversions. Un échange à l'intérieur d'une inversion hétérozygote se traduit en A_1 par un pont accompagné d'un fragment : le nombre maximum de ponts observé dans une cellule représente une estimation minimum du nombre d'inversions hétérozygotes, estimation très minimisée du fait de la présence de segments d'inversion très courts.

Le groupement des chromosomes en génomes (génomes de 7chromosomes dans le matériel que nous étudions) permet de simplifier la présentation des résultats. Un génome est une unité héréditaire complète et équilibrée ; de là à considérer que des espèces différentes ne peuvent avoir en commun que des génomes (et non des chromosomes isolés), il n'y a qu'un pas. En réalité, la notion de génome est une notion simple et qui permet d'ordonner la présentation de phénomènes complexes. Mais il existe, bien entendu tous les intermédiaires entre des génomes parfaitement homologues et des génomes ne présentant aucune homologie. Suivant la tradition, nous désignerons les génomes par des lettres : des génomes partiellement homologues auront la même lettre, affectée en indice de numéros différents.

On sait que les appariements chez un hybride interspécifique peuvent être autosyndétiques (entre chromosomes venant d'un même parent) ou allosyndétiques. L'autosyndèse indique l'autopolyploïdie des parents, l'allosyndèse traduit l'homologie entre les deux espèces. Théoriquement, dans le cas d'autosyndèse chez l'hybride, on devrait trouver chez les parents l'indice d'une certaine autopolyploïdie (associations de degré supérieur). Il peut n'en être rien si l'autopolyploïdie n'est que partielle : par exemple chez le parent $E_1 E_1 E_2 E_2$, on trouvera généralement 14 bivalents en anneaux du type E_1 E_1 et E_2 E_2 (bivalents homogénétiques) ; chez l'hybride E_1 E_2 X, on trouvera de 0 à 7 bivalents droits du type E_1 E_2 (biva-

lents hétérogénétiques). E_1 et E_2 sont assez différents pour s'apparier séparément lorsqu'ils sont à l'état « diploïde » chez le parent et assez semblables pour s'apparier entre eux chez l'hybride où ils sont à l'état « haploïde ». Les *Agropyrum* présentent plusieurs exemples de cet appariement différentiel.

ÉTUDE DES AGROPYRUM FRANÇAIS

I. ÉTUDE DES ESPÈCES

Au cours de l'étude des *Agropyrum*, nous avons suivi d'assez près la classification de DUVAL-JOUVE. Nous avons en outre :

— repris l'appellation d'*Agropyrum* P. B. pour désigner le groupe des *Triticum* pérennes afin d'éviter toute confusion ;

— rétabli l'appellation d'*A. campestre* G. G. pour désigner son *A. intermedium* : cette dernière appellation est, en effet, généralement adoptée aujourd'hui pour désigner *A. glaucum* DESF., espèce hexaploïde, croisée avec les Blés ;

— divisé *A. junceum* (L.) P. B. en deux sous-espèces conformément à SIMONET et GUINOCHET (1938) :

A. junceum (L.) P. B. *subsp. boreo-atlanticum* S. et G., $2n = 28$.

A. junceum (L.) P. B. *subsp. mediterraneum* S., $2n = 42$;

— adopté l'opinion de DUVAL-JOUVE en ce qui concerne *A. littorale* (HOST) DUM., en lui rattachant la forme aristée décrite comme *A. pungens* par PERSOON.

Nous pouvons ainsi définir sept espèces :

A. elongatum (HOST) P. B.

A. caninum (L.) P. B.

A. junceum (L.) P. B. (ss espèce *boreo-atlanticum* S et G., ss espèce *mediterraneum* S.).

A. repens (L.) P. B.

A. littorale (HOST) DUM.

A. intermedium (HOST) P. B. = *A. glaucum* (DESF.).

A. campestre G. G.

Pour faciliter la compréhension, nous adopterons, au cours du travail qui va suivre, ces noms spécifiques. Nous avons résumé dans le tableau IV les synonymies possibles avec les termes utilisés dans leur classification par les principaux auteurs consultés.

Morphologie.

Nous avons décrit pour chaque espèce un type caractéristique, tous les clones ayant été élevés à Versailles dans des conditions comparables.

La comparaison des diverses espèces est facilitée par la disposition synoptique des tableaux (1).

Tableau V : Caractères en végétation.
Tableau VI : Caractères de l'épi.
Tableau VII : Caractères des glumes.
Tableau VIII Caractères des glumelles.
Tableau IX : Caractères du rachis.

Au cours de nos prospections, nous avons constaté que les espèces les plus variées étaient *A. repens*, *A. littorale*, *A. campestre* et *A. intermedium* ; en particulier, chacune de ces espèces présente une gamme de variation assez étendue pour des caractères tels que la glaucescence et la pilosité ou l'aristation des glumes et des glumelles.

Habitat et répartition géographique.

Bien que très plastiques et pouvant s'adapter à des milieux très variés, les différentes espèces sont caractérisées et par leur habitat et par leur répartition géographique. D'une manière générale, elles végètent dans des terres légères. On rencontre la plupart des espèces non littorales surtout dans des terres incultes ou dans des terres de remblais. Les espèces littorales se développent toujours dans des sables, fixés ou mobiles.

1° Espèces essentiellement littorales.

a) Dunes mobiles : habitat strictement limité à une étroite bande de sable (généralement quelques mètres) tout à fait en bordure de mer (2).

— Littoral atlantique, Manche, Mer du Nord. — *A. junceum* subsp. *boreo-atlanticum*.

— Littoral méditerranéen. — *A. junceum* subsp. *mediterraneum*.

b) Dunes fixées (sur tout le littoral français). — *A. littorale*.

c) *Station intermédiaire* (sur tout le littoral français) × *A. acutum* et toutes les formes hybrides avec *A. junceum*.

d) Marais saumâtres de la côte sableuse méditerranéenne, assez rare. — *A. elongatum*.

2° Espèces généralement non littorales.

a) Bords des chemins, champs, haies.

Toute la France, plaine et montagne, s'adapte même sur le littoral, très répandue. — *A. repens*.

(1) Nous avons utilisé les termes botaniques tels qu'ils sont définis dans le Dictionnaire de L. GATIN.

(2) L'*A. junceum* est pratiquement la seule espèce végétale à occuper une position aussi avancée sur le littoral ; ses longs rhizomes, parfois enterrés profondément dans le sable par l'action du vent, s'y maintiennent à l'état de vie ralentie ; ils émettent des faisceaux de feuilles sans pouvoir jamais fleurir dans les cas les plus défavorables. Dans les cas les plus favorables, *A. junceum* se trouve généralement en association avec *Elymus arenarius* ou *Psamma arenaria*.

Tableau VI

Caractères de l'épi

Caractères étudiés	Espèces							
	A. elongatum	A. caninum	A. junceum boreo-atl.	A. junceum mediterran.	A. intermedium	A. littorale	A. repens	A. campestre
Aspect général de l'épi à maturité	grêle, raide, très droit	grêle, courbé	courbé	droit ou légèrement incliné	droit et raide	droit et raide	droit ou légèrement incliné	droit et raide
Nombre moyen d'épillets par épi	12 (9-13)	23 (18-28)	9 (8-10)	11 (9-12)	24 (19-27)	18 (16-21)	17 (14-26)	25 (21-30)
Longueur moyenne de l'épillet (mm.)	15 (12-18)	17 (13-21)	19 (17-21)	27 (24-30)	17 (15-20)	20 (16-21)	18 (16-20)	19 (16-24)
Nombre moyen de fleurs par épillet	5,8 (3-7)	4,8 (4-6)	5 (4-6)	5,4 (4-6)	5,1 (4-6)	7,5 (6-9)	5,7 (4-8)	6,6 (5-9)
Longueur moyenne de la glume inférieure (mm.)	6 (5-7)	10 (9-11)	10 (9-13)	16 (13-18)	6 (6-7)	10 (9-12)	12 (9-13)	9 (8-10)
Glume inférieure/épillet (Rapport des longueurs)	0,42	0,60	0,53	0,58	0,36	0,51	0,64	0,47
Longueur moyenne de l'entre-nœud (mm.)	13 (8-17)	7 (5-8)	10 (8-13)	21 (17-27)	7 (6-10)	6 (4-8)	6 (5-7)	7 (4-9)
Epillet/entre-nœud (Rapport des longueurs)	1,2	2,4	2,0	1,3	2,3	3,5	2,8	2,8
Longueur moyenne de la 1re fleur (mm) (arête non comprise)	9 (8-10)	10 (9-11)	—	14 (12-16)	9 (7-11)	9 (7-11)	8 (6-11)	10 (9-11)
Poids de 1 000 grains vêtus (g.)	4,4	4,4	—	15,2	5,6	5,6	3,2	5,6

Tableau IX

Caractères du rachis

Caractères / Espèces	A. elongatum	A. caninum	A. junceum b.a.	A. junceum mediterraneum	A. intermedium	A. littorale	A. repens	A. campestre
Fragilité du rachis	non fragile	non fragile	très fragile	très fragile	non fragile	non fragile	non fragile	non fragile
Présence d'épines sur le rachis	lisse ou légèrement scabre (épines courtes et espacées)	scabre (épines fines et serrées ; grosses et nombreuses à la base des glumes)	lisse	lisse	scabre, épines également sur les nervures secondaires	scabre, épines fines et espacées	scabre, épines fines et denses	scabre, épines fines et espacées
Forme de la face interne du rachis	légèrement concave	plate	plate	plate	plate	plate	plate	plate
Forme de la face externe du rachis	plate	très légèrement convexe	convexe et profondément nervurée	convexe et profondément nervurée	très légèrement convexe	très légèrement convexe	très légèrement convexe	plate ou un peu convexe
Largeur du rachis	moyen	étroit	large	large	moyen	étroit	étroit	moyen
Épaisseur du rachis	épais	mince	épais	épais	épais	mince	mince	moyen

Plus particulièrement méditerranéen, rare dans le Nord (1). — *A. campestre.*

b) Lieux frais et ombragés, sous-bois, rives des torrents ou ruisseaux, s'élève jusqu'à 1 500 m, assez répandu en France. — *A. caninum.*

c) Plante de demi-montagne (Alpes, Massif Central, Pyrénées), rare en France. — *A. intermedium.*

Caryotypes.

On a longtemps admis la constance du nombre et de la forme des chromosomes à l'intérieur des espèces et utilisé ces caractéristiques en Systématique au même titre que n'importe quel autre caractère morphologique. Elles ont même été parfois l'une ou l'autre l'élément le plus important permettant la discrimination entre espèces : c'est le cas, par exemple, de *Triticum persicum* Boiss. qui diffère des Blés tendres surtout par le nombre de chromosomes. En fait, des travaux récents plus approfondis ont montré que cette constance était toute relative, qu'elle différait beaucoup d'une espèce à l'autre et que l'évolution des espèces impliquait également une évolution du caryotype, c'est-à-dire une modification du phénotype des chromosomes somatiques. L'étude des caryotypes comme complément à la Systématique est donc plutôt à envisager d'un point de vue évolutif : des changements en nombre et en forme peuvent se produire à l'intérieur d'une espèce sans entraîner nécessairement l'apparition d'espèces nouvelles.

Les exemples de changements numériques les plus simples sont ceux qui sont dus au redoublement d'un ou plusieurs chromosomes (polysomie) ou encore d'un lot entier de chromosomes (polyploïdie). Mais il existe également des chromosomes surnuméraires dont certains d'un caractère particulier, les chromosomes B, variables en nombre à l'intérieur de l'espèce et même de l'individu dont le rôle est mal connu et dont la présence peut n'entraîner aucune modification phénotypique. D'autres espèces, comme par exemple les *Rubus* (Britton et Hull) et les *Chrysanthemum* (Dowrick), dites somatiquement instables, présentent des variations numériques au cours de leur développement. Quant aux changements structuraux, ils sont généralement dus à des ruptures spontanées des chromosomes.

Ces changements n'entraînent pas toujours, ou tout au moins pas

(1) L'*A. campestre* est assez répandu dans la région méditerranéenne. Il a été également signalé plus au nord et notamment dans la vallée de la Loire. Tous les clones que nous avons étudiés et qui provenaient de régions non méditerranéennes (sauf un, de Tours, récolté par De Cugnac) étaient des formes à 49 chromosomes. Si *A. campestre* est l'un des parents de ces nombreux hybrides, ce que nous n'avons pu démontrer, il est probable qu'il ait existé dans le nord de la France et qu'il ait été peu à peu supplanté par ses hybrides, mieux adaptés à cette région.

Il est également possible que ces formes à $2n = 49$ aient une tout autre origine : recroisement d'une forme hybride à 35 chromosomes par un gamète à 14 chromosomes par exemple, ou fécondation d'un gamète femelle non réduit d'une espèce à $2n = 28$ chromosomes par un gamète à 21 chromosomes.

immédiatement, la léthalité ou l'isolement des individus touchés surtout quand ils affectent des plantes polyploïdes, allogames et pérennes comme les *Agropyrum*. On peut donc s'attendre à une certaine variation dans le caryotype ; celui-ci ne s'écarte toutefois pas énormément d'un type moyen et les anomalies qu'il peut présenter sont aisément décelables. L'étude de la morphologie des chromosomes des espèces d'*Agropyrum* et de leur comportement en méiose peut être, de plus, un des éléments indispensables pour comprendre l'évolution du genre et les relations phylogéniques entre les différentes espèces.

a) Nombre de chromosomes (1).

Les dénombrements effectués dans les méristèmes somatiques (tableau II) confirment les résultats obtenus par différents auteurs. Nous pouvons les récapituler ainsi :

1° *A. elongatum* (Host) P. B. : $2n = 14$.

Simonet m., 1935 *a*, *b*.

Pour cette espèce, le nombre $2n = 70$ avait généralement été rapporté et notamment par :

Peto m, M 1930-1936.

Vakar m, M 1935 *a*.

Hartung m 1946.

C'est Simonet (1935 *a*, *b*) qui, étudiant quelques *Agropyrum* du littoral français, trouva que la plante correspondant à la diagnose de Host possédait en réalité $2n = 14$ chromosomes et qu'elle était morphologiquement un peu différente de l'espèce à $2n = 70$ croisée avec les Blés à laquelle il donna le nom de *A. coespitosum* Koch. Cette appellation est contestée par Stebbins (1953) qui étudie un type d'*A. coespitosum* Koch. diploïde. Au cours de notre travail, nous appellerons *A. elongatum* (Host) P. B. l'espèce méditerranéenne à $2n = 14$, et *A.* (*elongatum* 10*x*) l'espèce à $2n = 70$.

2° *A. caninum* (L.) P. B. $2n = 28$.

Peto, m 1930.

Simonet, m 1935 *a*.

Hartung, m 1946.

Stebbins, m et M (14 bivalents) 1956.

3° *A. junceum boreo-atlanticum* (L.) S. G. $2n = 28$.

Peto, m 1930.

Simonet, m 1930, 1935 *a* et *b*.

Pardi, m 1937.

Simonet et Guinochet, m 1938.

Ostergren, m et M (14 bivalents) 1940.

Godley, m 1947, 1951.

(1) Nous avons adopté pour simplifier les abréviations : *m* pour mitose, *M* pour méiose.

4° *A. junceum mediterraneum* (L.) S. $2n = 42$.

SIMONET, m 1934, 1935 *a* et *b*.

PARDI, m 1937.

SIMONET et GUINOCHET, m 1938.

5° *A. intermedium* (HOST) P. B. $2n = 42$.

De nombreux auteurs ont étudié cette espèce ainsi que sa forme velue *A. trichophorum* et sa forme glauque *A. glaucum*, en même temps que leurs hybrides avec les Blés, nous ne citons ici que les principaux :

PETO, m et M 1930, 1936.

VAKAR, m 1935 *b*, 1936.

SIMONET, m 1935 *a*.

ARARATIAN, m, 1938.

HARTUNG, m ($2n = 42$, 43) 1936.

STEBBINS, m et M 1953.

GAÜL, m et M 1953.

BELL et SACHS, m et M 1953.

6° *A. littorale* (HOST) DUM. $2n = 42$.

SIMONET, m 1934, 1935 *a*.

7° *A. repens* (L.) P. B. $2n = 42$.

STOLZE 1925 et MOWERY 1929 m et M.

PETO m et M 1929, 1930.

SIMONET m 1935 *a*.

OSTERGREN m et M 1940.

GODLEY m 1951.

8° *A. campestre* G. G. $2n = 56$.

SIMONET m 1935 *a*.

b) MORPHOLOGIE DES CHROMOSOMES.

Toutes les études concernant la morphologie des chromosomes sont effectuées à la métaphase, dans des méristèmes somatiques dont les cellules ont subi un prétraitement à l'alpha-mono-chloronaphtalène.

Outre le nombre de chromosomes, chaque caryotype peut être défini par :

— la taille absolue des chromosomes ; elle est pratiquement impossible à déterminer exactement, même à un stade donné, car elle varie selon la technique de fixation et de coloration ; elle est de plus modifiée par le prétraitement qui contracte plus ou moins les chromosomes ; nous ne donnerons de dimensions que pour faciliter les comparaisons entre espèces, la technique utilisée étant toujours la même ;

— la taille relative des chromosomes d'un même lot ;

— la forme des différents chromosomes : celle-ci est elle-même fonction du nombre, de la nature et de la position des constrictions, soit :

Une constriction primaire : le centromère, présent chez tous les chromosomes. Il peut être médian, submédian, subterminal ou terminal.

Deux types de constrictions secondaires qu'on ne trouve pas chez tous les chromosomes et qui déterminent l'existence de satellites :

la zone nucléolaire,

les zones hétérochromatiques.

Le rôle de ces différentes constrictions secondaires est encore assez mal défini, bien qu'un certain nombre d'hypothèses aient été formulées à ce sujet. On peut distinguer la zone nucléolaire d'une zone hétérochromatique normale parce que le satellite qu'il détermine est relié au reste du chromosome par un filament de chromatine non enroulé à la métaphase et généralement visible (*cf.* photo, planche 26, 1 *a* et *b*).

L'ensemble des observations concernant l'étude des caryotypes des différentes espèces d'*Agropyrum* peut se résumer ainsi :

— La taille et la forme des différents chromosomes d'un même caryotype varient plus ou moins selon les espèces considérées (*cf.* planches 8 et 9). Tous ces caryotypes peuvent néanmoins se rattacher au type « symétrique » défini par STEBBINS (1951, p. 459), exception faite, peut-être, de l'*A. campestre* où l'amplitude de variation dans la taille des chromosomes est assez forte (1 à 4).

— Tous les centromères, quelle que soit l'espèce, sont médians ou submédians ; tous les chromosomes sont ainsi en V ou en J.

— A l'intérieur du genre, la taille des chromosomes diminue en fonction du degré de ploïdie.

— Pour un même degré de ploïdie :

Dans le groupe à $2n = 28$ la taille moyenne des chromosomes d'*A. junceum* est légèrement plus élevée que celle des chromosomes d'*A. caninum* ;

les deux paires de chromosomes à satellites sont différentes ;

la proportion de chromosomes longs est légèrement plus forte chez *A. caninum*.

Dans le groupe à $2n = 42$ la taille moyenne des chromosomes d'*A. junceum mediterraneum* est légèrement plus élevée que celle des chromosomes des trois autres espèces, *A. littorale*, *A. repens*, *A. intermedium*.

Pour l'ensemble des caractères, *A. littorale* et *A. intermedium* sont assez comparables : taille, forme, hétérogénéité de taille et de forme. Les deux paires de chromosomes à satellites sont toutefois un peu différentes. *A. repens* serait intermédiaire entre les deux groupes en ce qui concerne la taille des chromosomes.

— Les chromosomes présentant des constrictions secondaires sont quelquefois difficiles à mettre en évidence ; leur nombre a pu être sous-estimé dans certains cas ; leur nombre et leur forme varient selon les espèces.

Signalons toutefois qu'il y en a généralement deux paires quel que

soit le degré de ploïdie, exception faite de l'*A. repens* et de l'*A. campestre* où nous n'avons pu déceler qu'une paire, et de l'*A. junceum mediterraneum* où il y en a au moins trois. Il n'y a aucune corrélation entre le nombre de chromosomes à satellites et le nombre de nucléoles à la mitose.

Chaque espèce présente en outre les particularités suivantes :

1° *A. elongatum* (fig. 1, Pl. 2, photo 1, Pl. 27) souche originaire de Saint-Aygulf.

L'analyse morphologique des chromosomes est possible en raison de leur petit nombre. Sur la figure n° 1 de la planche 8, nous avons dessiné de gauche à droite :

1 paire de chromosomes longs à centromère médian,

1 paire de longs, à centromère submédian possédant un microsatellite (sans doute la paire portant l'organisateur du nucléole),

1 paire de moyens à centromère médian, possédant une zone hétérochromatique subterminale isolant un gros satellite.

Ces deux paires de chromosomes à satellite se retrouvent, à peu près analogues, taille mise à part, chez les deux espèces d'*A. junceum* et chez *A. intermedium*.

Les quatre autres paires sont un peu plus difficiles à individualiser. Elles présentent néanmoins des différences portant sur la taille ou sur la position du centromère. On peut les distinguer comme suit :

2 paires de longs à moyens à centromère presque médian,

1 paire de moyens à centromère submédian,

1 paire de courts à centromère submédian.

2° *A. caninum* (fig. 1, pl. 4 et 7, photo 2, pl. 26) souche originaire de Tarascon sur Ariège.

L'analyse détaillée est assez difficile. La taille des chromosomes et la position des centromères varient insensiblement d'une paire à l'autre. Deux paires de chromosomes possèdent également des constrictions secondaires.

I. — 1 paire de longs à centromère médian possédant une constriction secondaire subterminale.

II. — 1 paire de longs à centromère submédian possédant un microsatellite. Ce microsatellite n'est pas visible dans toutes les préparations : nous n'avons pu le déceler que dans quelques cellules et avec la technique de coloration à l'orcéine (*cf.* photo pl. 26). Nous pensons qu'il s'agit là de la paire de chromosomes portant l'organisateur du nucléole.

3° *A. junceum* subsp. *boreo-atlanticum* (fig. 1, pl. 3, et fig. 2, pl. 7, photo 2, pl. 27) souche 535 et souche 603 originaires du Croisic et de Soulac.

Deux paires de chromosomes présentent des constrictions secondaires très nettes analogues à celles de l' *A. elongatum*.

Les autres paires de chromosomes sont assez difficiles à identifier.

4° *A. junceum* subsp. *mediterraneum* (fig. 2, pl. 3) souche 162 originaire des Saintes-Maries-de-la-Mer.

Cette espèce est surtout caractérisée par trois paires de chromosomes à satellites, comparables à ceux d'*A. elongatum* et d'*A. junceum boreo-atlanticum*. Une paire supplémentaire présentant une zone hétérochromatique très peu visible a été observée dans certaines cellules, mais elle n'a pu être identifiée avec certitude.

Les autres chromosomes sont à peu près homologues de ceux de l'*A. junceum boreo-atlanticum*.

5° *A. intermedium* (fig. 1, pl. 5 et 6, photo 3, pl. 27) souche 75 *bis* originaire du Canada, souche 506 originaire de Clermont-Ferrand.

Deux paires de chromosomes à satellites comparables à ceux d'*A. elongatum* sont aisément identifiables.

Dans certaines préparations, colorées à l'orcéine, une troisième paire possédant des microsatellites analogues à ceux observés chez *A. caninum* a pu être observée. Cette troisième paire n'a pu être identifiée avec certitude.

6° *A. littorale* (fig. 2, pl. 6) souche 499 originaire de St Aygulf

Cette espèce se rapproche assez de la précédente par la morphologie et la taille relative de ses chromosomes : les deux paires de chromosomes à satellite sont toutefois un peu différentes. Nous trouvons :

I. — Une paire de chromosomes à centromère médian possédant un très petit satellite et une constriction généralement assez importante.

II. — Une paire de chromosomes à centromère médian possédant un microsatellite analogue à celui observé chez *A. caninum* assez difficile à mettre en évidence.

7° *A. repens* (fig. 2, pl. 4), souche 495 originaire de Montpellier.

Des chromosomes à constriction secondaire n'ont pu être identifiés. Une seule paire de chromosomes présentant une zone hétérochromatique très peu marquée a pu être observée dans certaines préparations à l'orcéine.

8° *A. campestre* (fig. 2, pl. 2), souche 485 *a* originaire de Montpellier.

Comme pour *A. repens*, les zones hétérochromatiques sont difficilement identifiables. Il y a une paire de chromosomes à satellite, vraisemblablement la paire dite organisateur du nucléole, visible dans toutes les préparations. On peut remarquer en outre la présence, d'une part, de très longs chromosomes à centromère médian, d'autre part de chromosomes très courts à contromère médian assez comparables à ceux de l'*A. littorale* et de l'*A. intermedium*.

Méiose.

On trouvera dans les tableaux X, XI et XII les principaux résultats des observations faites à la M_1 sur les cellules-mères du pollen. Pour cha-

TABLEAU X. — *Etude comparative du comportement en* M_1 *des différentes espèces d'*Agropyrum.

	N° de la souche	Nombre de chromosomes $2n$ =	Nombre de cellules analysées	I		II		III		IV		V		VI	
				Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne
A. elongatum	—	14	53	0-2	0,15	6-7	6,92	—	0	—	0	—	0	—	0
A. caninum	93	28	50	—	0	—	14	—	0	—	0	—	0	—	0
A. junceum b. a.	523	28	50	0-4	0,44	12-14	13,74	—	0	0-1	0,04	—	0	—	0
	535	28	16	0-2	0,50	13-14	13,75	—	0	—	0	—	0	—	0
A. junceum med.	162	42	30	0-4	0,20	19-21	20,47	0-1	0,06	0-1	0,17	—	0	—	0
	163	42	50	—	0	18-21	20,90	—	0	0-1	0,02	—	0	0-1	0,02
	468	42	28	0-2	0,15	15-21	19,68	0-1	0,07	0-3	0,57	—	0	—	0
A. intermedium	75	42	29	0-2	0,51	17-21	19,79	0-2	0,17	0-2	0,34	—	0	—	0
	75 *bis*	42	30	0-4	0,47	17-21	19,06	0-2	0,4	0-2	0,30	—	0	0-1	0,16
	506	42	50	0-3	0,38	18-21	20,42	0-1	0,1	0-1	0,12	—	0	—	0
	104/7	42	50	0-3	0,22	15-21	18,64	0-1	0,1	0-3	0,96	—	0	0-1	0,06
A. littorale	502	42	19	0-2	0,21	17-21	20,05	—	0	0-2	0,42	—	0	—	0
A. repens	493	42	35	0-4	0,80	16-21	18,88	0-2	0,11	0-2	0,77	—	0	—	0
	495	42	48	0-2	0,08	15-21	19,29	—	0	0-3	0,83	—	0	—	0
	496	42	25	0-2	0,08	17-21	19,68	—	0	0-2	0,64	—	0	—	0
	9/5	42	17	0-2	0,12	15-21	19,29	—	0	0-3	0,82	—	0	—	0
A. campestre	457	56	28	0-4	1,07	19-28	23,64	0-2	0,25	0-3	1,53	0-1	0,11	0-1	0,04
	485 *a*	56	30	0-3	0,50	21-28	25,47	0-1	0,06	0-3	1	0-1	0,03	0-1	0,03
	492	56	30	0-4	1,23	23-28	25,67	0-1	0,03	0-2	0,83	—	0	—	0
A. (elongatum 10*x*) (1)	2	69	21	0-3	1,04	14-26	19,9	0-2	0,76	0-7	2,71	0-2	0,81	0-2	0,52

(1) + $0{,}76_{VII}$ (0-3) + $0{,}19_{VIII}$ (0-1) + $0{,}05_{IX}$ (0-1) + $0{,}04_{XI}$ (0-1).

TABLEAU XI. — *Fréquence relative des différents types de bivalents et nombre de chiasmata observés chez les différentes espèces d'Agropyrum.*

	N° de la souche	Nombre de cellules analysées	Nombre de II par cellule	% de chromosomes à l'état II	Fréquence des 2 types de bivalents						Nombre de chiasmata			
					Droits		Anneaux		Fréquence en % du total		Par cellule		Par chromosome	Par élément conjugué
					Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Droits	Anneaux	Moyenne	Erreur stand.		
A. elongatum	—	53	6,92	98,92	0-7	1,74	0-7	5,15	25,14	74,27	12,04	0,20	0,86	0,87
A. caninum	93	50	14	100	0-3	0,96	11-14	13,04	6,86	93,14	26,96	0,26	0,96	0,96
A. junceum b. a.	523	50	13,74	98,14	1-7	3,86	7-13	9,88	28,09	71,91	23,70	0,24	0,85	0,85
	535	16	13,75	98,21	0-5	1,94	9-14	11,81	14,11	85,89	25,56	0,33	0,91	0,93
A. junceum med	162	30	20,47	97,46	0-6	1,1	15-21	19,37	5,38	94,62	40,63	0,29	0,97	0,97
	163	50	20,90	99,52	0-2	0,34	17-21	20,56	1,63	98,37	41,66	0,08	0,99	0,99
	468	28	19,68	93,71	0-3	0,75	15-21	18,93	3,81	96,19	41,11	0,27	0,98	0,98
A. intermedium	75 *bis*	30	19,06	90,79	2-9	6,8	9-17	12,26	35,68	64,32	33,73	0,40	0,81	0,82
	506	50	20,42	97,24	1-6	2,84	13-19	17,58	13,91	86,09	38,58	0,23	0,92	0,93
	104/7	50	18,64	88,76	1-6	—	13-20	—	—	—	39,26	0,19	0,93	0,94
A. littorale	502	19	20,05	95,49	0-2	0,58	17-21	19,47	2,89	97,11	40,89	0,25	0,97	0,98
A. repens	493	35	18,88	89,93	0-4	1,31	14-21	17,57	6,94	93,06	39,60	0,31	0,94	0,96
	495	48	19,29	91,87	0-8	3,17	11-21	16,12	16,43	83,57	38,52	0,25	0,92	0,92
	496	25	19,68	93,71	1-9	5,48	10-17	14,20	27,85	72,15	36,12	0,44	0,86	0,86
	9/5	17	19,28	91,88	1-9	5,06	10-20	14,23	26,23	73,77	36,76	0,55	0,88	0,88
A. campestre	457	28	23,64	84,44	3-11	6,36	12-22	17,28	26,9	73,10	47,6	0,48	0,85	0,87
	485*a*	30	25,47	90,95	0-13	6,83	13-25	18,64	26,82	73,18	48,23	0,48	0,86	0,87
	492	30	25,67	91,67	2-10	6,27	15-24	19,40	24,43	75,57	48,33	0,50	0,86	0,88

cune des espèces étudiées, nous avons en outre noté les particularités suivantes :

1° *A. elongatum* (fig. 1, pl. 10 et photo 1, pl. 28).

Le comportement méiotique de la souche analysée est celui d'une espèce diploïde typique : tous les stades observés depuis la prophase réductionnelle jusqu'à la formation des tétraspores se déroulent normalement. Nous n'avons relevé que d'infimes anomalies :

— A la M_1 : 25,14 p. 100 de bivalents droits.

TABLEAU XII

*Fréquence relative des différents types de quadrivalents observés chez les espèces hexaploïdes et octoploïdes d'*Agropyrum.

Espèces	N° du clone	Nombre de cellules analysées	Nombre de IV par cellule	% de chromosomes à l'état IV	Fréquence des différents types de IV					
					Fréquence observée			% par rapport au total des IV		
					3 chiasmata	4 chiasmata	5 chiasmata	3 chiasmata	4 chiasmata	5 chiasmata
A. junceum	162	30	0,17	1,59	1	4	0	20	80	0
med.	163	50	0,02	0,19	0	1	0	0	100	0
	468	28	0,57	5,44	1	12	3	6,25	75	18,75
A. intermedium	75 bis	30	0,30	2,86	6	3	0	66,7	33,3	0
	506	50	0,12	1,14	5	1	0	83,3	16,7	0
	104/7	50	0,96	9,14	21	27	0	43,75	56,25	0
A. littorale....	502	19	0,42	4,01	6	2	0	75	25	0
A. repens.....	493	35	0,77	7,35	7	20	0	25,93	74,07	0
	495	48	0,83	7,94	11	29	0	27,5	72,5	0
	496	25	0,64	6,09	8	8	0	50	50	0
	9/5	17	0,82	7,84	1	13	0	7,14	92,86	0
A. campestre..	457	28	1,53	10,97	19	24	0	44,19	55,81	0
	485 a	30	1	7,14	12	18	0	40	60	0
	492	30	0,83	5,95	9	16	0	36	64	0

— Lors des divisions II : dans 16 p. 100 des cellules étudiées, les deux cellules-filles d'une même cellule-mère sont souvent déphasées : l'une est en télophase II alors que l'autre est encore en métaphase II.

— Dans certaines cellules-mères du pollen, à divers stades de la méiose : les chromosomes sont « agglutinés » ou ne subissent pas une contraction normale. De telles cellules dégénèrent.

Ces phénomènes ne semblent pas avoir une répercussion sur la fertilité des plantes. Cette espèce donne en effet peu de pollen mais celui-ci est régulier et normalement constitué ; les plantes sont fertiles.

2° *A. caninum* (fig. 2, pl. 10).

Cette espèce se comporte également comme une espèce diploïde typique. Sa méiose est encore plus régulière et la fréquence des bivalents en anneaux est plus élevée que chez *A. elongatum*. Les grains de pollen sont normalement constitués et les plantes sont très fertiles.

A. caninum est vraisemblablement un allopolyploïde ou amphiploïde (sens CLAUSEN, KECK et HIESEY) issu du croisement entre deux espèces diploïdes appartenant à deux *coenospecies* du même *comparium*. La viabilité et la fertilité de cette espèce seraient ainsi dues au fait que les deux génomes associés sont suffisamment apparentés pour cohabiter sans dommage et suffisamment différents pour qu'il n'y ait pas d'échanges entre eux (CLAUSEN, KECK et HIESEY).

STEBBINS et SNYDER (1956) après avoir étudié le comportement en méiose de l'hybride (*A. caninum* × *A. spicatum*) $2n = 21$, dans lequel la majorité des cellules possèdent $7_{II} + 7_I$ concluent à l'homologie du génome « *spicatum* » avec l'un des génomes d'*A. caninum*, l'autre étant d'origine inconnue.

STEBBINS et ses collaborateurs (1946 *a*, *b*, 1949, 1950, 1953, 1955, 1956) supposent également l'existence du génome d'*A. spicatum* chez *A. coespitosum* (sens STEBBINS) et chez un certain nombre d'espèces « diploïdes additionnelles » ou « polyploïdes ».

Agropyrum : *trachycaulon, parishii, agroelymoides, pringlei.*

Elymus : *glaucus, virginicus* var. *intermedius.*

Sitanion : *jubatum, hystrix.*

Une homologie chromosomique partielle existerait de plus entre *A. spicatum* et plusieurs *Elymus* (*canadensis, villosus, interruptus*) ainsi qu'avec *Hystrix patula.*

3° *A. junceum boreo-atlanticum* (fig. 3, pl. 10 et photo 3, pl. 28).

Les deux souches analysées présentent un comportement méiotique comparable, légèrement plus aberrant que celui que nous avons observé chez *A. caninum*. Nous citons ci-dessous les anomalies les plus marquantes :

A la M_1 : présence d'univalents (0 à 4 par cellule dans la souche 523 et 0 à 2 dans la souche 535) ;

présence de quadrivalents dans la souche 523 ;

fréquence assez élevée de bivalents droits dans souche 523.

A l'anaphase I :

présence de deux univalents retardataires dans 2 p. 100 des cellules ;

présence d'inversions hétérozygotes dans environ 2 p. 100 des cellules.

Les divisions II sont normales et une seule cellule sur les cent tétraspores analysées dans la souche 523 possède un micronoyau. Le pollen est normalement constitué et la plante est fertile.

Ces anomalies, relativement rares, sont vraisemblablement l'indice d'un léger degré d'hybridité structurale.

Cette espèce n'est pas un allopolyploïde typique. OSTERGREN (1940) après avoir étudié le comportement méiotique de l'espèce et de deux hybrides F_1 : *A. junceum* × *A. repens* (hybride naturel) et *T. turgidum* × *A.*

junceum (hybride artificiel), le considère comme partiellement autotétraploïde et propose comme formule génomique $J_1J_1J_2J_2$.

4° *A. junceum mediterraneum* (fig. 4, pl. 10 et photo 4, pl. 28 et 3, pl. 30).

La méiose de cette espèce n'a jamais encore été décrite. Nous avons analysé trois souches : 162 et 163 sont issues de semis à partir d'un clone originaire des Saintes-Maries-de-la-Mer ; 468 est un clone originaire de Palavas.

La méiose est très régulière, le pollen normalement constitué, les plantes fertiles. On observe plutôt moins d'anomalies que chez *A. junceum boreo-atlanticum*. Signalons toutefois :

quelques univalents à la M_1 (0 à 4 par cellule),

quelques quadrivalents (0 à 4 par cellule) et sexavalents (0 à 1). Ces derniers sont plus nombreux dans la souche 468. Leur fréquence a été sans doute légèrement sous-estimée parce que nous n'avons pas pu analyser certaines cellules présentant des configurations chromosomiques complexes,

très peu de bivalents droits : 1,6 à 5,4 p. 100, c'est-à-dire beaucoup moins que chez *A. junceum boreo-atlanticum* ; il en est de même pour les anomalies observées lors des divisions II.

Étant donnée la grande ressemblance entre les deux sous-espèces d'*A. junceum*, on peut admettre que la forme à $2n = 42$ dérive de la forme à $2n = 28$. Cette dernière étant supposée autotétraploïde partiel, l'union d'un gamète non réduit et d'un gamète normal aurait pu donner naissance à une plante équilibrée, autohexaploïde partiel.

Effectivement, nous constatons, en étudiant la méiose chez *A. junceum mediterraneum*, la présence de multivalents (III, IV, VI) pour la plupart en anneaux. Par contre, la fréquence des bivalents en anneaux est plus forte que chez *A. junceum boreo-atlanticum*. De plus, la sous-espèce à $2n = 42$ est, dans l'ensemble, plus vigoureuse et plus fertile que la sous-espèce à $2n = 28$.

Aussi croyons-nous plutôt, que *A. junceum mediterraneum* dérive du croisement entre *A. junceum boreo-atlanticum* et une autre espèce diploïde. On pourrait le rattacher ainsi à la fois au groupe des autopolyploïdes et à celui des allopolyploïdes.

5° *Agropyrum intermedium* (pl 11, n° 1 à 3 et photo 5, pl. 28, photos 1 et 2, pl. 30).

Comme pour les deux espèces étudiées auparavant (*A. junceum boreo-atlanticum* et *A. junceum mediterraneum*), le comportement méiotique d'*A. intermedium* est à rapprocher de celui d'une espèce diploïde simple. Nous avons cependant observé quelques univalents et quelques multivalents (surtout des quadrivalents) à la M_1. Nous pouvons également

relever quelques anomalies à l'A_1 et dans les D_{II}. C'est ainsi, par exemple, que nous avons noté dans les cellules-mères de la souche 506 :

à l'A_1 : 1 p. 100 des cellules avec un pont d'inversion hétérozygote, 7 p. 100 avec des univalents retardataires (1 à 3) ;

à l'intercinèse : 1 p. 100 des cellules avec un micronoyau.

Les tétrades sont normales. Tous ces clones libèrent à l'anthèse un pollen régulier (95-100 p. 100 de bons grains selon les souches). Ils ont une bonne fertilité. Ces résultats confirment, dans l'ensemble, ceux qui ont été publiés antérieurement. Quatre auteurs ont en effet étudié le comportement méiotique de cette espèce :

Peto (1936), sur 10 cellules analysée, calcule une moyenne de 0,20 quadrivalent par cellule. Il conclut à un certain degré d'hybridité structurale.

Stebbins (1953) observe 21_{II} dans la plupart des cellules avec présence exceptionnelle de multivalents.

Bell et Sachs (1953) calculent une moyenne de $20{,}92_{II}$ par cellule et n'observent aucun multivalent.

Gaül (1953) analyse sept clones d'*A. intermedium*. Les moyennes par cellule varient de 19,4 à 20,6 pour les bivalents, et de 0,05 à 0,14 pour les quadrivalents. Les différences entre clones sont donc moins fortes que celles que nous avons pu observer. Cet auteur signale également moins de trivalents et de sexavalents et davantage d'univalents.

6° *A. littorale*.

L'étude de la méiose de cette espèce, et particulièrement de la M_1, s'est révélée difficile, les bivalents restant généralement agglomérés. Nous avons pu toutefois analyser 19 cellules en M_1 chez la souche 502 : la méiose est assez régulière et elle est comparable à celle des espèces hexaploïdes dont nous avons déjà donné le détail. Nous avons observé un certain nombre de quadrivalents en M_1 (0,42 par cellule) ; deux ponts d'inversion hétérozygote en A_1 pour 50 cellules analysées. Les tétrades sont régulières, le pollen est normalement constitué et l'espèce est très fertile.

Godley (1947) qui est, à notre connaissance, le seul auteur ayant étudié (assez succinctement d'ailleurs) le comportement méiotique de cette espèce (*A. pungens* Pers. = *A. littorale* (Host) Dum.) n'en donne aucune analyse détaillée, mais dit avoir observé généralement 21_{II} à la diacinèse.

7° *A. repens* (Planche 12, 1 à 3).

Tous les clones analysés présentent un comportement en méiose à peu près identique. On peut noter, chez cette espèce, une augmentation sensible de la fréquence des quadrivalents par rapport à celle des autres espèces hexaploïdes (0,64 à 0,83 IV en moyenne par cellule selon la souche analysée). Les souches 493 et 495 présentent, en outre, un assez fort pourcentage de ponts d'inversion hétérozygote (12 et 18 p. 100 pour 50 cellules

observées dans chaque cas), indice d'un certain degré d'hybridité structurale. La fréquence des bivalents droits varie fortement d'un clone à l'autre (1,3 à 5,48 en moyenne par cellule).

Aucune anomalie marquante n'est à signaler aux autres stades de la méiose ; le pollen est normalement constitué (90 à 100 p. 100 de grains normaux), la fertilité est bonne.

Quelques auteurs ont déjà étudié le comportement en méiose d'*A. repens* :

Stolze (1925), Mowery (1929) et Peto (1930) observent 21_{II} en M_I. Ostergren (1940) n'effectue pas une analyse détaillée des associations chromosomiques mais signale quelques anomalies et, notamment, la présence d'univalents et de quadrivalents : il suppose l'existence d'une certaine hybridité structurale, dont il voit la source dans l'allogamie de l'espèce.

8° *A. campestre* (pl. 13, 1 à 3 et photo 6 pl. 28).

La méiose de cette espèce n'a jamais encore été décrite ; les trois souches étudiées ont donné des résultats voisins.

Comme chez *A. repens*, la fréquence des quadrivalents est assez élevée, et atteint un maximum dans la souche 457 (1,53 $_{IV}$ en moyenne par cellule). Cette fréquence a d'ailleurs été probablement sous-estimée : nous avons, en effet, éliminé un grand nombre de cellules impossibles à analyser en raison de la difficulté d'interprétation, et ces cellules présentaient généralement des configurations chromosomiques complexes. La fréquence des univalents et des multivalents (III, V, VI) est faible. Aux autres stades de la méiose, nous observons toujours les mêmes anomalies : univalents retardataires (1 à 3 par cellule), ponts d'inversion hétérozygote (selon la souche de 0 à 6 p. 100 des cellules présentent un pont d'inversion avec fragment). Nous avons observé quelques ponts de division II dans la souche 492 (6 p. 100 des cellules avaient un pont en T_{II}) et dans la souche 485 (7 p. 100 des cellules avaient un pont en T_{II}). Les tétrades sont régulières, le pollen est normalement constitué, les plantes sont très fertiles.

Toutes les espèces analysées, *A. elongatum* et *A. caninum* exceptées, présentent donc d'une part un certain degré d'hybridité structurale, d'autre part une autopolyploïdie partielle. La plupart de ces espèces « diploïdes additionnelles » doivent avoir une origine complexe : autopolyploïdie, allopolyploïdie, remaniements structuraux sont vraisemblablement intervenus simultanément.

Ces premiers résultats nous permettent d'établir une classification des espèces étudiées, basée sur le degré et sur la nature de la polyploïdie :

1° *Espèce diploïde vraie, type « AA »* : *A. elongatum*, $2n = 14$, 7_{II} en M_I.

2° *Espèces tétraploïdes.*

a) *Espèce allopolyploïde : type « AABB » : A. caninum*, $2n = 28$, 14_{II} en M_I.

Elle est formée de la juxtaposition de deux espèces diploïdes qui cohabitent sans échanger aucun gène, son comportement méiotique est celui d'un diploïde vrai.

b) *Espèce allopolyploïde segmentaire : A. junceum boreo-atlanticum*, $2n = 28$, 14_{II} ±et quelques quadrivalents.

Cette espèce manifeste une faible autotétraploïdie. On peut difficilement la considérer comme un autotétraploïde typique. Nos observations et les résultats d'Ostergren ne nous permettent pas de la classer dans la catégorie des allopolyploïdes typiques. Cet auteur observe, en effet, dans la F_1 (*T. turgidum* × *A. junceum*) des associations dont la plupart viendraient de l'autosyndèse des chromosomes de l'*Agropyrum*. Nous ne connaissons pas la ou les espèces diploïdes qui ont contribué à sa formation, mais nous pensons qu'elle correspond assez bien à ce que Stebbins a défini comme allopolyploïde segmentaire (1) (segmental allopolyploid).

Elle peut provenir d'un croisement entre deux « *ecospecies* » très voisins du type A_1A_1 et A_2A_2. On peut également supposer qu'elle dérive d'un autotétraploïde vrai ayant évolué par suite de remaniements structuraux des chromosomes.

3° *Espèces polyploïdes complexes : A. junceum med., A. littorale, A. intermedium, A. repens* sont hexaploïdes, *A. campestre* est octoploïde. Elles peuvent être rattachées à la fois au groupe des allopolyploïdes et à celui des allopolyploïdes segmentaires.

Ces espèces présentent, en effet, quelques associations chromosomiques complexes en M_I. Les configurations le plus fréquemment observées sont des quadrivalents en anneaux : il y a donc trace d'autopolyploïdie. Mais le nombre de quadrivalents est trop faible pour qu'on puisse conclure à l'existence d'un génome à l'état quadruple. Il y aurait donc allopolyploïdie segmentaire juxtaposée à une allopolyploïdie vraie : type $A_1\,A_1\,A_2\,A_2\,B\,B$ pour une espèce à $2n = 42$. Pour une espèce à $2n = 56$ (*A. campestre*), on peut imaginer deux types : $A_1\,A_1\,A_2\,A_2\,B_1\,B_1\,B_2\,B_2$ ou $A_1\,A_1\,A_2A_2\,B\,B\,C\,C$. En raison de l'affinité différentielle (2), seules, les associations homogénétiques (3) entre chromosomes homologues se manifesteraient à la M_I : chez une espèce à $2n = 42$, on aurait normalement 21_{II} ($7\,A_1\,A_1 + 7\,A_2\,A_2 + 7\,B\,B$), les quadrivalents ne se formant qu'occasionnellement ($A_1\,A_1\,A_2\,A_2$). Le maximum de quadrivalents se rencontre chez *A. campestre* et *A. repens*.

(1) « A polyploid containing two pairs of genomes which possess in common a considerable number of homologous chromosomal segments or even whole chromosomes, but differ from each other in respect to a sufficiently large number of genes or chromosome segments, so that the different genomes produce sterility when present together at the diploid level. »

(2) Définie par Darlington, 1937, p. 198-200.

(3) Définie par Waddington, 1939, p. 73.

Pour vérifier ces hypothèses, il serait indispensable de connaître le comportement méiotique des formes « haploïdes ». Celles-ci ne se rencontrent que très fortuitement et le seul moyen indirect auquel on puisse avoir recours consiste à étudier les hybrides interspécifiques ou intergénériques. L'analyse du comportement méiotique de tels hybrides permet, de plus, de déterminer les relations d'homologie chromosomique entre les différentes espèces impliquées dans les croisements.

2. ÉTUDE DE QUELQUES HYBRIDES INTERSPÉCIFIQUES

a) Possibilités de croisement.

28 combinaisons deux à deux sont théoriquement possibles à partir des *Agropyrum* français. Nous en avons tenté 14 (1) et pour six d'entre elles nous avons obtenu des plantes F_1 (*cf.* tableau III) (2) qui ont fait l'objet d'une étude particulière dans ce travail. Ce sont :

157/1 *A. campestre* 485 *a* × *A. repens* 27 $2n = 49$.
156/3 *A. junceum mediterraneum* 30 × *A. campestre* 485 *a* $2n = 49$.
173/1 et 173/2 *A. junceum med.* 30 × *A. littorale* $2n = 42$.
123/3 *A. junceum med.* 156 × *A. intermedium* 506 $2n = 42$.
11/2 et 11/6 *A. campestre* 457 × *A. intermedium* 75 $2n = 48$ et 49.
13/5 *A. intermedium* 506 × *A. littorale* 502 $2n = 42$.

Nous avons généralement réussi à croiser des espèces hexaploïdes entre elles ou avec l'espèce octoploïde *A. campestre*. Bien que nos résultats soient fragmentaires, il semble que, dans la série hexaploïde, *A. repens* soit le plus difficile à croiser avec les autres espèces (*A. littorale*, *A. intermedium*, *A. junceum mediterraneum*). Nous n'avons pu le croiser qu'avec *A. campestre*.

Ces premiers résultats ne représentent que très approximativement les possibilités de croisement entre les différentes espèces. L'obtention des hybrides est souvent rendue difficile par la forte stérilité femelle et par le faible pourcentage de germination des grains.

b) Morphologie (*cf.* planches 38 et 39).

Les plantes F_1 obtenues présentent un fort hétérosis. Elles sont assez difficiles à caractériser du point de vue morphologique. Elles ont en effet été généralement obtenues entre espèces assez voisines, *A. junceum mediterraneum* mis à part. De plus, les espèces croisées sont de même précocité : elles fleurissent toutes à peu près à la même date ; seul *A. repens* est légèrement plus précoce.

(1) Nous avons de plus tenté sans résultats le croisement *A. junceum med.* × *A.* (*elongatum* 10x).
(2) Les grains obtenus en 1957 n'ont pas été mis en germination.

Nous avons étudié comparativement chaque hybride et ses deux parents, en insistant sur les caractères qui différencient ces derniers (*cf.* tableaux XIII à XVIII inclus).

c) **Caryotypes.**

Nous pouvons nous attendre à trouver chez les hybrides F_1 une garniture chromosomique non équilibrée ($n + n'$), somme des garnitures haploïdes de chacune des espèces parentes (*cf.* tableau III). Toutes les F_1 obtenues possèdent le nombre attendu, sauf une (11/2 *A. campestre* × *A. intermedium*, $2n = 48$ au lieu de 49). L'étude morphologique des chromosomes de ces différents hybrides n'a pas été entreprise : les chromosomes des parents présentent des différences trop minimes pour qu'il soit possible de les suivre avec précision chez les F_1.

d) **Méiose.**

L'analyse du comportement en métaphase réductionnelle de chacun des hybrides F_1 est indiquée dans les tableaux XIX à XXII inclus. Comme pour les espèces, nous avons calculé le comportement méiotique moyen par cellule et la fréquence relative des différents types d'association chromosomique : bivalents, trivalents, quadrivalents.

On peut noter un certain nombre de caractéristiques communes à ces hybrides :

— *Assez fort pourcentage de conjugaison chromosomique en* M_1. Les associations observées proviennent à la fois d'allosyndèse et d'autosyndèse et il est assez difficile de déterminer la proportion de chacun de ces types d'association ; la fréquence de bivalents en anneaux reste assez élevée dans la plupart des cas.

— *Anomalies classiques chez les hybrides aux autres stades de la méiose* [1].

On peut observer des univalents retardataires : ils forment assez souvent une plaque équatoriale secondaire et se clivent prématurément ; les chromatides ainsi formées rejoignent assez rapidement les chromosomes déjà disjoints (on observe relativement peu de micro-noyaux à l'intercinèse). Bien que contenant généralement quelques micro-noyaux supplémentaires, les tétraspores sont assez régulières : le nombre des spores est toujours de 4.

— *Mauvaise conformation du pollen.* Le pollen dégénère rapidement et les étamines sont indéhiscentes : au stade correspondant à l'anthèse tous les grains de pollen sont vides ; les plantes sont totalement stériles

[1] Pour les stades d'A_1, T_1 et intercinèses, les moyennes ont été établies sur 50 cellules ; en ce qui concerne les tétrades, 25 tétrades, soit 100 tétraspores, ont été analysées.

Tableau XIII

Caractères de l'hybride F_1 A. campestre × A. repens, *comparé à ses deux parents.*

	A. campestre (485) ♀	F_1 (157)	A. repens (27) ♂
Limbe de la dernière feuille :			
Aspect général	Plan, parfois enroulé à la pointe, dressé, raide et dur, très glauque, auriculé (oreillettes courtes et larges).	Plan, dressé, raide et dur, glaucescent, auriculé (oreillettes courtes et larges).	Plan, dressé ou horizontal, assez mou, non glauque, non auriculé.
Face interne	Nervures grosses et irrégulières, très rudes (épines grosses et courtes).	Nervures fines et régulières, rudes (épines grosses et courtes).	Nervures fines et régulières, rudes (épines longues et fines).
Face externe	Rude, légèrement carénée, finement nervurée.	Lisse, légèrement carénée.	Carénée, lisse.
Epi :			
Longueur (cm)	21 (19-24)	15 (14-17)	16 (14-19)
Rachis	Scabre, épines fines et rares.	Scabre, épines fines et rares.	Scabre, épines fines et serrées.
Epillet :			
Nombre moyen d'épillets par épi.	25 (21-30)	20 (17-23)	15 (11-18)
Longueur moyenne, (mm)	19 (16-26)	17 (13-18)	17 (15-19)
Rapport épillet/entre-nœud	2,8	3	1,9
Nombre de fleurs par épillet	7 (5-9)	5 (3-7)	4 (4-5)
Glume inférieure :			
Longueur moyenne, (mm)	9 (8-10)	8 (7-10)	11 (9-12)
Rapport glume/épillet	0,47	0,50	0,62
Présence de poils ou d'épines sur la carène	Épines sur le tiers supérieur seulement.	Épines rares et courtes, plus denses au sommet.	Épines nombreuses et grosses sur toute la carène.
Forme du sommet	Aigu, faiblement mucroné.	Aigu, acuminé ou légèrement aristé.	Aigu, acuminé ou légèrement aristé.

Tableau XIV

Caractères de l'hybride F_1 A. junceum med. × A. campestre, *comparé à ses deux parents.*

	A. junceum mediterraneum ♀	F_1 (156/3)	A. campestre (485*a*) ♂
Feuille (dernière feuille) :			
Gaine	Velue.	Légèrement velue.	Glabre.
Limbe	Plan, parfois enroulé sur les bords, retombant, mou, bords lisses.	Plan, parfoi enroulé en hélice à la pointe, raide et dur, bordé d'une ligne blanche scabre.	Plan, parfois enroulé en hélice à la pointe, dressé, raide et dur, bordé d'une ligne blanche scabre.
Face interne	Nervures profondes, nombreuses et régulières, velues (poils courts, fins et denses).	Nervures profondes, scabres (épines grosses, courtes et denses).	Nervures profondes, irrégulières, scabres (épines grosses, courtes et denses).
Face externe	Lisse, non carénée.	Lisse, finement striée, non carénée.	Rude, finement nervurée, légèrement carénée.
Chaume	Plein, fragile.	Demi-plein, non fragile.	Demi-plein, non fragile.
Epi :			
Longueur (cm)	23 (19-27)	22 (18-25)	21 (19-24)
Rachis	Lisse, fragile, face externe convexe et profondément nervurée.	Scabre sur les bords, peu fragile, face externe très légèrement convexe.	Scabre sur les bords, non fragile, face externe plate.
Epillet :			
Nombre moyen d'épillets par épi.	11 (9-12)	16 (13-18)	25 (21-28)
Longueur moyenne (mm)	27 (24-30)	25 (23-29)	19 (16-26)
Rapport épillet/entre-nœud	1,3	2,1	2,8
Nombre de fleurs par épillet	5 (4-6)	7 (5-8)	7 (5-9)
Glume inférieure :			
Longueur de la glume (mm)	16 (13-18)	13 (11-14)	9 (8-10)
Rapport glume/épillet	0,58	0,50	0,47
Forme générale	Linéaire-oblongue.	Linéaire-oblongue.	Ovale-lancéolée.
Forme du sommet	Arrondi ou légèrement échancré.	Subobtus.	Aigu.
Pilosité de la carène	Légèrement atténué, mutique, lisse.	Lisse.	Scabre sur le tiers supérieur.

TABLEAU XV. — *Caractères de l'hybride* F_1 A. junceum med. × A. littorale, *comparé à ses deux parents.*

	A. junceum mediterraneum ♀	F_1 (173)	A. littorale ♂
Feuille (dernière feuille) :			
Gaine	Velue.	Glabre, finement striée.	Glabre, finement striée.
Limbe	Plan, parfois enroulé sur les bords, retombant, mou, large, bords lisses, auriculé (oreillettes très courtes, ligule membraneuse, plus large que le limbe à son point d'attache).	Plan, souvent légèrement enroulé à la pointe, retombant, raide et dur, demi-large, bords scabres, auriculé (oreillettes filiformes, ligule membraneuse, plus large que le limbe à son point d'attache).	Plan, enroulé à la pointe, horizontal, raide et dur, étroit et court, bords scabres, auriculé (ligule très courte, plus courte que le limbe à son point d'attache).
Face interne	Nervures profondes, nombreuses et régulières, finement velues.	Nervures profondes, nombreuses et régulières, scabres sur toute la surface.	Nervures profondes, nombreuses et régulières, scabres sur toute la surface.
Epi :			
Longueur (cm)	23 (19-27)	26 (20-29)	14 (11-16)
Rachis	Très fragile, lisse, large, épais.	Peu fragile (intermédiaire), scabre au bord (épines fines et espacées), demi-large, demi-épais.	Non fragile, scabre au bord (épines fines et espacées), étroit et mince.
Epillet :			
Nombre moyen d'épillets par épi.	11 (9-12)	25 (15-29)	17 (13-19)
Longueur moyenne (mm)	27 (24-30)	19 (12-25)	20 (18-20)
Rapport épillet/entre-nœud	1,3	1,9	3
Nombre de fleurs par épillet	5 (4-6)	5 (1-7)	8 (7-9)
Glume inférieure :			
Longueur moyenne (mm)	16 (13-18)	11 (10-12)	9 (8-10)
Rapport glume/épillet	0,58	0,57	0,46
Forme générale	Linéaire-oblongue.	Linéaire-oblongue (± interméd.).	Ovale-lancéolée.
Pilosité de la carène et des nervures	Lisse.	Lisse, parfois quelques épines sur la carène et les nervures.	Scabre (épines fines, plus denses au sommet).
Forme du sommet	Arrondi ou légèrement échancré, légèrement atténué, mutique.	Intermédiaire, plus ou moins aigu ou acuminé.	Aigu, parfois acuminé.
Glumelles :			
Importance de la carène sur la glumelle inférieure	Légèrement carénée sur le tiers supérieur.	Carénée dans la partie supérieure.	Carénée sur toute la longueur.
Rapport entre les deux glumelles.	Glumelle supérieure beaucoup plus courte que l'inférieure.	Glumelle supérieure presque égale à l'inférieure.	Glumelle supérieure égale à l'inférieure.

Tableau XVI

Caractères de l'hybride F_1 A. junceum med. × A. intermedium, *comparé à ses deux parents.*

	A. junceum med. ♀	F_1 (123)	A. intermedium (506) ♂
Feuille (dernière feuille) :			
Gaine	Velue, longue, recouvrant les nœuds.	Glabre, courte, ne recouvrant pas les nœuds, finement striée, anthocyanée à bords membraneux légèrement scabre.	Glabre, courte, ne recouvrant pas les nœuds, poils marginaux.
Limbe	Retombant, mou, à bords lisses.	Dressé, raide et dur, bordé d'une igne blanche scabre.	Dressé, raide et dur, bordé d'une ligne blanche scabre.
Face interne	Nervures profondes, nombreuses et régulières, couvertes de poils fins et courts.	Nervures profondes, nombreuses, fines et irrégulières, scabres et velue (épines courtes et poils longs et fins).	Nervures peu profondes, irrégulières, couvertes d'épines grosses et courtes.
Face externe	Non carénée.	Peu ou pas carénée.	Fortement carénée.
Chaume	Très fragile, plein.	Fragile, demi-creux.	Non fragile, demi-creux.
Epi :			
Longueur (cm)	23 (19-27)	35 (32-38)	22 (19-25)
Rachis	Très fragile, lisse.	Peu fragile, scabre sur les bords (épines courtes et espacées).	Non fragile, scabre sur les bords et sur les nervures (épines fines et espacées).
Epillet :			
Nombre moyen d'épillets par épi	11 (9-12)	17 (16-18)	24 (19-27)
Longueur moyenne (mm)	27 (24-30)	27 (25-30)	17 (15-19)
Rapport épillet/entre-nœud	1,3	1,5	2,3
Nombre fleurs/épillet	5 (4-6)	7 (5-8)	5 (4-6)
Glume inférieure :			
Longueur moyenne (mm)	16 (13-18)	11 (10-13)	6 (6-7)
Rapport glume/épillet	0,58	0,41	0,36
Forme générale	Linéaire-oblongue.	Linéaire-oblongue.	Linéaire-ovale.
Importance de la carène	Carénée.	Faiblement carénée.	Faiblement carénée.
Forme du sommet de la glume	Arrondi ou légèrement échancré, légèrement atténué.	Arrondi ou légèrement échancré.	Très obtus, obliquement tronqué, parfois légèrement échancré.
Glumelle inférieure :			
Forme générale	Lancéolée, atténuée au sommet.	Linéaire, atténuée au sommet.	Ovale.
Rapport entre les glumelles	Glumelle supérienre < glumelle inférieure.	Glumelle supérieure ⩽ glumelle inférieure.	Glumelle supérieure = glumelle inférieure, parfois plus large que l'inférieure.

Tableau XVII

Caractères de l'hybride F_1 A. campestre × A. intermedium, *comparé à ses deux parents.*

	A. campestre (457) ♀	F_1 (11)	A. intermedium (75) ♂
Feuille (dernière feuille) :			
Gaine	Glabre, bords membraneux.	Glabre, poils marginaux, bords membraneux.	Glabre, poils marginaux.
Limbe			
Face interne	Nervures profondes, irrégulières, très rudes (épines grosses et courtes).	Nervures profondes, irrégulières, très rudes (épines grosses et courtes), velues.	Nervures peu profondes, régulières, velues.
Face externe	Non glauque, non carénée, finement striée.	Glauque, carénée, lisse.	Glauque, carénée, lisse.
Epi :			
Longueur (cm)	18 (16-21)	22 (20-26)	28 (24-31)
Epillet :			
Nombre moyen d'épillets par épi	24 (21-27)	26 (23-33)	30 (26-34)
Longueur moyenne (mm)	16 (15-19)	20 (18-23)	18 (16-20)
Rapport épillet/entre-nœud	2,4	2,6	2
Nombre de fleurs par épillet	5 (4-6)	6 (4-7)	6 (5-8)
Glume inférieure :			
Longueur moyenne (mm)	8,5 (8-9)	9,5 (8-10)	9,8 (9-11)
Rapport glume/épillet	0,53	0,47	0,55
Forme du sommet	Aigu.	Très obtus.	Très obtus.

Tableau XVIII

Caractères de l'hybride F_1 A. intermedium × A. littorale, *comparé à ses deux parents.*

	A. intermedium (506) ♀	F_1 (13)	A. littorale (502) ♂
Feuille (dernière feuille) :			
Gaine	Glabre, poils marginaux, lisse.	Glabre, poils marginaux, lisse.	Glabre, pas de poils marginaux, finement striée.
Limbe	Plan, dressé, large, raide, glaucescent à bords scabres, auriculé (oreillettes courtes et larges).	Plan, dressé, étroit et court, raide et dur, glaucescent, bordé d'une ligne blanche très étroite scabre, auriculé (oreillettes filiformes).	Plan, horizontal, étroit et court, raide et dur, très glauque, bordé d'une ligne blanche très scabre, auriculé (oreillettes filiformes).
Face interne	Nervures peu profondes, irrégulières, rudes (épines grosses et courtes).	Nervures peu profondes (± intermédiaires) rapprochées, régulières, scabres (épines courtes et grosses et épines longues et fines).	Nervures profondes, régulières, scabres (épines très courtes).
Face externe	Lisse, fortement carénée.	Lisse, légèrement carénée.	Lisse, peu ou pas carénée.
Epi :			
Longueur (cm)	22 (19-25)	14 (12-16)	14 (11-16)
Epillet :			
Nombre moyen d'épillets par épi.	24 (19-27)	16 (13-18)	17 (13-19)
Longueur moyenne (mm)	17 (15-19)	17 (11-19)	20 (18-20)
Rapport épillet/entre-nœud	2,3	2,1	3
Nombre fleurs/épillet	5 (4-6)	6 (3-6)	8 (7-9)
Glume inférieure :			
Longueur moyenne (mm)	6 (6-7)	8 (7-9)	9 (8-10)
Rapport glume/épillet	0,36	0,49	0,46
Forme générale	Linéaire-ovale.	Linéaire-oblongue.	Ovale-lancéolée.
Forme du sommet	Très obtus, obliquement tronqué, mutique.	Obtus, obliquement tronqué, mutique.	Aigu, parfois acuminé.
Glumelles :			
Rapport entre les deux glumelles.	Égales, Gl. sup. quelquefois plus large que l'inférieure.	Gl. sup. Légèrement plus courte, aussi large que l'inférieure.	Gl. sup. Beaucoup plus courte, aussi large que l'inférieure.

TABLEAU XIX. — *Étude comparative du comportement en M_1 de quelques hybrides F_1 entre espèces d'*Agropyrum

	N° de la souche	Nbre de chromosomes	Nbre de cellules analysées	I		II		III		IV		V		VI	
				Extrêmes	Moyennes	Extr.	Moyen.	Extr.	Moyen.	Extr.	Moyen.	Extr.	Moyen.	Extr.	Moyen.
A. campestre × A. repens	157/1	49	21	11-24	17,66	8-19	13,66	0-2	0,38	0-2	0,71	—	0	—	0
A. junceum med. × A. campestre	156/3	49	44	4-10	5,57	13-22	18,75	0-3	1,02	0-3	0,57	0-1	0,1	0-1	0,02
A. junceum med. × A. littorale	173/1	42	3	2-16	9,83	9-14	11,17	1-4	2,17	0-3	0,83	—	0	—	0
	173/2	42	9												
A. junceum med. × A. intermedium.	123/1	42	7	1-12	5,71	5-12	8,28	2-8	5,14	0-3	0,86	—	0	0-1	0,01
	123/3(1)	42	40	2-13	7	5-13	8,42	0-8	4,2	0-3	1	0-1	0,13	0-1	0,12
A. intermedium × A. littorale	13/5	42	21	1-10	5,38	6-17	12,24	0-4	1,62	0-4	1,33	0-1	0,33	0-1	0,05
A. campestre × A. intermedium	11/2(2)	48	40	7-20	13,18	7-18	13,35	0-4	1,25	0-3	0,80	0-1	0,12	0-1	0,02
	11/6	49	28	4-13	9,14	8-19	14,18	0-5	1,64	0-3	1,32	0-1	0,21	0-1	0,04
Hybride naturel (A. Tallonii ?)	490	49	24	1-8	3,42	15-23	18,62	0-5	2,46	0-1	0,13	0-1	0,04	0-1	0,04

(1) + 0,025 (0-1) VII (2) + 0,02 (0-1) IX

TABLEAU XX — *Fréquence relative des différents types de bivalents observés chez les hybrides F_1 entre espèces d'*Agropyrum

	N° de la souche	Nbre de cellules analysées	Nbre de II par cellule	% de chromosomes à l'état II	Fréquence des deux types de bivalents				Nombre de chiasmata			
					droits		anneaux		Fréquence en % du total		par cellule		par chromosome	par élément conjugué
					Extr.	Moyen.	Extr.	Moyen.	droits	anneaux	Moyen.	Erreur standard		
A. campestre × A. repens	157/1	21	13,66	55,78	1-8	4,33	4-11	9,33	31,71	68,29	26,38	0,51	0,54	0,84
A. junceum med. × A. campestre	156/3	44	18,75	76,50	0-5	2,73	10-21	16,02	14,54	85,45	39,59	0,29	0,81	0,91
A. junceum med. × A. intermedium	123/3	40	8,42	40,12	1-6	3,80	1-7	4,62	45,10	54,90	27,05	0,43	0,64	0,77
A. intermedium × A. littorale	13/5	21	12,24	58,28	1-7	4,33	3-13	7,90	35,41	64,59	30,19	0,42	0,72	0,82
A. campestre × A. intermedium	11/2	40	13,35	55,62	2-11	6,12	2-10	7,23	45,88	54,12	26,80	0,46	0,56	0,77
	11/6	28	14,18	57,87	1-11	5,43	6-13	8,75	38,29	61,71	32,07	0,47	0,65	0,80
Hybride naturel (A. Tallonii ?)	490	24	18,62	76,02	0-4	2,46	12-20	16,16	13,20	86,80	41,96	0,44	0,85	0,91

Tableau XXI

*Fréquence relative des différents types de trivalents observés chez les hybrides F_1 entre espèces d'*Agropyrum

	Numéro de la souche	Nombre de cellules analysées	Nombre de III par cellule	% de chromosomes à l'état III	Fréquence des différents types de trivalents					
					Fréquence observée			% par rapport au total des III		
					2 chiasmata	3 chiasmata	4 chiasmata	2 chiasmata	3 chiasmata	4 chiasmata
A. campestre × A. repens	157/1	21	0,38	2,33	6	2	0	75	25	0
A. junceum med. × A. campestre	156/3	44	1,02	6,26	30	15	0	66,66	33,33	0
A. junceum med. × A. intermedium	123/3	40	4,20	3,00	127	41	0	75,59	24,41	0
A. intermedium × A. littorale	13/5	21	1,62	11,56	23	11	0	67,65	32,35	0
A. campestre × A. intermedium	11/2	40	1,25	7,81	40	10	0	80	20	0
	11/6	28	1,64	10,06	38	8	0	82,61	17,40	0
Hybride naturel (A. Tallonii ?)	490	24	2,46	9,50	40	18	1	67,80	30,51	1,69

Tableau XXII

*Fréquence relative des différents types de quadrivalents observés chez les hybrides F_1 entre espèces d'*Agropyrum

	Numéro de la souche	Nombre de cellules analysées	Nombre de IV par cellule	% de chromosomes à l'état IV	Fréquence des différents types de IV					
					Fréquence observée			% par rapport au total des IV		
					3 chiasmata	4 chiasmata	5 chiasmata	3 chiasmata	4 chiasmata	5 chiasmata
A. campestre × A. repens	157/1	21	0,71	5,83	4	11	0	26,66	73,33	0
A. junceum med. × A. campestre	156/3	44	0,57	46,38	14	9	2	56	36	8
A. junceum med. × A. intermedium	123/3	40	1	9,52	31	9	0	77,50	22,50	0
A. intermedium × A. littorale	13/5	21	1,33	12,70	18	10	0	64,29	35,71	0
A. campestre × A. intermedium	11/2	40	0,80	6,66	28	4	0	87,50	12,50	0
	11/6	28	1,32	10,79	27	10	0	72,97	27,03	0
Hybride naturel (A. Tallonii ?)	490	24	0,13	1,02	0	3	0	0	100	0

bien que présentant un assez fort appariement en M_1 : cet appariement n'indique probablement pas une homologie parfaite des chromosomes associés.

Pour chacun des hybrides, nous pouvons, en outre, noter les particularités suivantes :

1° *A. campestre* × *A. repens*, $2n = 49$ (*cf.* fig. 2, pl. 14 et photo 1, pl. 29).

M_1 : quatre génomes complets sont associés sous forme de bivalents (13, 66 II).

Deux génomes et demi restent sous forme d'univalents.

Un demi-génome forme des trivalents et des quadrivalents.

A_1, T_1 : on peut noter quelques ponts d'inversion hétérozygote (environ 5 p. 100 des cellules présentent un pont).

Intercinèses : 19 p. 100 des cellules ont des micro-noyaux ; chaque cellule possède en moyenne 0,21 micro-noyau.

Divisions II : on observe quelques anomalies (stades dessynchronisés dans une même cellule-mère, chromatides isolées aux pôles ou sur le fuseau).

Tétraspores : elles sont assez régulièes (30 p. 100 des tétraspores ont des micro-noyaux ; chacune d'elles en possède 0,31 en moyenne).

Pollen : 0,4 à 0,5 p. 100 des grains sont normalement constitués.

2° *A. junceum med.* × *A. campestre*, $2n = 49$ (*cf.* fig. 1, pl. 14 et photo 3 et 4 pl. 29).

M_1 : environ 6 génomes sont associés sous forme de bivalents (18, 75, 11), environ 1 génome reste sous forme d'univalents (5,57).

Il existe, de plus, quelques trivalents et quadrivalents.

A_1, T_1 : on peut noter de nombreuses anomalies :

— des ponts d'inversion hétérozygote (25 p. 100 des cellules présentent au moins un pont) ; le maximum de ponts observé par cellule est 3, ce qui est l'indice d'une assez forte hybridité structurale; nous n'avons cependant pas pu déterminer le nombre et l'importance des inversions : les fragments observés sont toujours très petits et indifférenciables ;

— des fragments sans pont (jusqu'à 6 par cellule) vraisemblablement dus à des ruptures spontanées de chromosomes ;

— de nombreux univalents clivés disposés en plaque équatoriale secondaire (5,16 en moyenne pour 42 cellules analysées).

Intercinèses : 21 p. 100 des cellules ont des micronoyaux, chaque cellule possède en moyenne 0,28 micronoyau.

Divisions II et tétraspores : elles n'ont pu être observées ; les cellules s'isolent à l'intercinèse et dégénèrent.

Pollen : tous les grains de pollen observés sont vides.

3° *A. junceum med.* × *A. littorale*, $2n = 42$.

Il correspondrait à l'hybride naturel × *A. Duvallii* Rouy, var.

mediterraneum S. Comme pour *A. littorale*, il a été impossible de faire une étude précise du comportement en métaphase I de cet hybride : 12 cellules seulement ont pu être analysées (173/1 : 3 cellules ; 173/2 : 9 cellules) et la moyenne n'est donnée qu'à titre indicatif. Nous avons pu observer d'assez fortes anomalies : des chromosomes longs et effilés n'ayant pas subi une contraction normale, et parfois anastomosés, des associations en chaînes complexes et entremêlées, des fragments de chromosomes assez nombreux, des plasmodes contenant de nombreux chromosomes en voie de dégénérescence.

Quelques étamines contiennent toutefois des grains de pollen, d'ailleurs vides et très irréguliers.

4° *A. junceum med.* × *A. intermedium*, $2n = 42$ (*cf.* fig. 3, pl. 14 et photo 6, pl. 29).

Deux plantes F_1 ont été analysées, l'une d'elles ayant fait l'objet d'une étude plus complète. Nous pouvons résumer ainsi l'ensemble des observations effectuées :

M_1 : elle est surtout caractérisée par un très fort pourcentage de trivalents (4,2 en moyenne par cellule, soit 30 p. 100 des chromosomes) un seul génome reste à l'état d'univalent.

Deux génomes environ sont associés sous forme de bivalents (8,28 II) les autres chromosomes sont répartis en associations de plus de trois chromosomes.

A_1, T_1 : 16 p. 100 des cellules présentent des ponts d'inversion hétérozygote (un pont, parfois deux, par cellule).

Divisions II : pas d'anomalies marquantes : seuls quelques ponts de division II ont pu être observés.

Tétraspores : 74 p. 100 des tétraspores ont des micronoyaux (1,37 en moyenne par cellule).

Pollen : les étamines contiennent 0,4 à 0,5 p. 100 de grains normalement constitués.

5° *Agropyrum intermedium* 506 × *A. littorale* 502 13/5, $2n = 42$.

Comme tous les hybrides réalisés avec *A. littorale*, celui-ci s'est révélé difficilement interprétable : des associations en chaîne souvent entremêlées rendent impossible l'analyse détaillée de certaines cellules. La moyenne des 21 cellules analysées met en évidence :

M_1 : environ un génome à l'état univalent, quatre génomes à l'état bivalent (12, 24 II) et le reste sous forme d'associations supérieures à 2 (particulièrement III et IV).

A_1, T_1 : 14 p. 100 des cellules présentent des ponts d'inversion hétérozygote et le nombre des univalents clivés se répartissant par chromatide à chacun des pôles varie de 0 à 7.

Intercinèses et Divisions II : ces différents stades n'ont pu être analysés en détail ; toutefois, le nombre de micronoyaux présents à l'inter-

cinèse n'était pas très élevé et il n'y avait pas d'anomalies marquantes à la division homéotypique.

Tétraspores : 66 p. 100 des tétraspores ont des micronoyaux (1,03 micronoyau en moyenne par cellule).

Pollen : 5 p. 100 environ des grains de pollen paraissent normalement constitués, la plante est stérile.

6° *A. campestre* × *A. intermedium* 11/2, $2n = 48$; 11/6, $2n = 49$ (*cf.* photo 5, pl. 29).

Deux plantes hybrides ont été analysées ; l'une d'elles était aneuploïde. Le comportement moyen de ces deux plantes est assez semblable : la plante à 48 chromosomes possède seulement quelques univalents supplémentaires. On peut résumer ainsi l'ensemble des observations :

M_1 : deux génomes environ restent inappariés,
quatre génomes environ sont associés sous forme de bivalents (14, 18 II) ; les autres chromosomes constituent des associations en chaîne, allant du trivalent au nonavalent.

A_1, T_1 : 30 p. 100 environ des cellules présentent un pont d'inversion hétérozygote et les univalents sont groupés en plaque équatoriale secondaire (5 à 10_1 par cellule, en moyenne 7,57 pour 30 cellules étudiées). En comparant cette moyenne à celle des univalents observés en MI, on peut admettre qu'un certain nombre d'entre eux se répartissent à chacun des pôles, en même temps que les chromosomes associés.

Intercinèses : 38 p. 100 des cellules ont des micronoyaux à l'intercinèse (0,5 noyau par cellule, pour 25 cellules observées).

Divisions II et tétraspores : il n'existe aucune anomalie marquante par rapport à ce que nous avons signalé chez les autres hybrides ; 48 p. 100 des tétraspores ont des micronoyaux, chacune possède en moyenne 0,67 micronoyau.

Pollen : 10 p. 100 environ des grains semblent normalement constitués.

Hybrides naturels.

Pour compléter cette étude des hybrides interspécifiques, nous avions envisagé l'analyse de quelques-unes des formes hybrides naturelles les plus fréquentes : *A. Duvalii* et *A. acutum*, $2n = 35$, et 42, hybride entre l'un des *Agropyrum junceum* et un *Agropyrum* hexaploïde, probablement *A. littorale*.

A. Tallonii présumé (*A. campestre* × *A. repens*), souche 490, $2n = 49$.

Aucun de ces hybrides naturels à $2n = 35$, ou $2n = 42$ avec *A. junceum boreo-atlanticum* et *A. junceum mediterraneum* n'a pu faire l'objet d'une étude détaillée à la M_1. Il y a généralement très peu d'univalents, mais des associations en chaînes intriquées rendant l'interprétation très difficile. Des phénomènes de cytomixie sont visibles à différents stades de la méiose.

Les quelques observations effectuées sur les différentes souches précitées peuvent se ramener à ceci :

A. acutum ou *Duvalii* : deux clones à $2n = 35$ récoltés sur la côte atlantique ont été étudiés : tous présentaient des figures complexes, des associations en chaîne tout à fait aberrantes, le plus souvent ininterprétables. Tous les stades, de la prophase au grain de pollen, se trouvaient généralement à l'intérieur d'une même étamine ; la plupart des cellules présentaient des fragments en très grande quantité et des ponts (jusqu'à 3 ponts par cellule dans la souche 450). Deux clones à $2n = 42$ récoltés sur la côte méditerranéenne se comportaient de même.

A. Tallonii : une plante à 49 chromosomes, la souche 490 a été analysée (*cf.* tableaux XIII à XVI). Bien que stérile, elle présente une fréquence d'association chromosomique beaucoup plus forte que celle des hybrides *A. campestre* × *A. repens* que nous avons réalisés expérimentalement (45, 58 chromosomes associés).

Il y a peu d'anomalies après la métaphase réductionnelle (0 à 4 univalents retardataires en A_1, 2 p. 100 de ponts d'inversion hétérozygote, 0,38 micronoyau en moyenne par cellule à l'intercinèse, 0,23 micronoyau en moyenne par tétraspore).

Les étamines, indéhiscentes, renferment environ 50 p. 100 de grains de pollen apparemment normaux.

3. CONCLUSION : CLASSIFICATION DES AGROPYRUM FRANÇAIS

Quels faits nouveaux l'étude des *Agropyrum* et des hybrides interspécifiques vient-elle apporter pour l'établissement des relations phylogéniques entre les différentes espèces d'*Agropyrum* ?

1° Du point de vue morphologique, les espèces peuvent être définies par un ensemble de caractères ou plutôt de différences. Nous pouvons cependant constater de nombreuses analogies, par exemple entre

A. elongatum, *A. intermedium* et *A. junceum mediterraneum*,

A. littorale, *A. intermedium* et *A. campestre*,

A. campestre et *A. repens*,

A. repens et *A. caninum*.

2° En ce qui concerne les possibilités de croisement, les résultats sont fragmentaires. Signalons cependant que les tentatives de croisement entre *A. elongatum* à souche cespiteuse et les *Agropyrum* à souche traçante ont été infructueuses. Dans les quelques combinaisons tentées (*cf.* tableau III), nous avons généralement observé un début de développement de l'embryon et de l'albumen, mais les grains, mal conformés, n'ont pas germé.

Dans la série hexaploïde, nous avons croisé toutes les espèces hexa-

ploïdes entre elles et avec *A. campestre* (1) ; seul *A. repens* fait exception. Cette dernière espèce semble donc s'isoler des trois autres. Il existe cependant un lien entre les deux groupes. Nous avons en effet croisé *A. campestre* avec *A. junceum mediterraneum* et *A. intermedium* d'une part, avec *A. repens* d'autre part. Il existe de plus des hybrides naturels entre *A. junceum boreo-atlanticum* et *A. repens* ou *A. littorale*.

3° L'étude des caryotypes nous a permis de mettre en évidence des différences intéressantes, mais là encore nous pouvons constater une assez grande homogénéité ; le nombre reste l'élément prépondérant : *A. caninum A. repens* et *A. campestre* pourraient être isolés du groupe des cinq autres. On peut, par contre, rapprocher *A. elongatum* et les deux types d'*A. junceum, A. intermedium* et *A. littorale*.

4° L'étude de la méiose nous a permis de confirmer le rang d'« espèce » de tous les types étudiés. Ces espèces diploïdes additionnelles ont une origine hybride complexe, mais elles sont stabilisées et fertiles et leur comportement méiotique est à rapprocher de celui des espèces diploïdes malgré les quelques anomalies que nous avons pu signaler.

5° L'étude des hybrides interspécifiques confirme la nature des espèces hexaploïdes utilisées dans les croisements. Elles seraient bien, en effet, à la fois des allopolyploïdes segmentaires et des allopolyploïdes vrais. L'*Agropyrum campestre* pourrait provenir de la juxtaposition de deux allotétraploïdes segmentaires. Dans les deux cas, une ou plusieurs hybridations interspécifiques ou intergénériques seraient intervenues.

Les fréquences d'association chromosomique relativement élevées chez la plupart des hybrides étudiés pourraient s'expliquer de la manière suivante :

1° Associations autosyndétiques.

Chez une espèce allopolyploïde segmentaire (2 génomes A_1 + 2 génomes A_2), il se forme surtout des associations bivalentes homogénétiques du type A_1A_1 et A_2A_2 : en raison de l'affinité différentielle, les bivalents hétérogénétiques (A_1A_2) et les quadrivalents ($A_1A_1A_2A_2$) sont rares.

Les hybrides réalisés avec cette espèce portent une fois les génomes A_1 et A_2 ; si aucun autre génome du groupe A n'est présent, l'homologie entre A_1 et A_2 est suffisante pour qu'il y ait formation de bivalents hétérogénétiques du type A_1A_2.

Dans ces conditions, si l'on compare les bivalents chez les hybrides et chez les parents, il y a relativement plus de bivalents droits (ou moins de bivalents en anneaux) chez les hybrides ; la fréquence des chiasmata est en effet plus faible lorsque les chromosomes associés sont moins homologues.

(1) Le croisement *A. campestre* × *A. littorale* n'a pas été tenté.

2° Associations allosyndétiques.

Une homologie assez forte existerait également entre les chromosomes des différentes espèces ; ce fait est confirmé, outre la présence des nombreux bivalents, par celle d'associations multivalentes et particulièrement trivalentes.

Il est difficile de déterminer avec précision la part de chacun de ces deux types d'association, d'autant plus qu'il existe également un certain degré d'hybridité structurale.

L'étude des formes haploïdes, la recherche et l'utilisation d'analyseurs diploïdes et, enfin, la resynthèse des espèces pourra seule permettre de conclure avec certitude. Néanmoins, en tenant compte des conclusions d'Ostergren (1940) sur *A. junceum boreo-atlanticum*, de Stebbins (1953) et de Gaül (1953) sur *A. intermedium*, de Stebbins (1956) sur *A. caninum*, nos observations personnelles nous permettent de faire les hypothèses suivantes au sujet des formules génomiques des différentes espèces d'*Agropyrum* :

A. elongatum, $n = 7$, un génome E.

A. caninum, $n = 14$, deux génomes : S (*A. spicatum*), X (espèce inconnue) (Stebbins et *al.* 1955).

A. junceum boreo-atlanticum, $n = 14$ deux génomes voisins, J_1J_2 (Ostergren 1940) ; J provenant d'une espèce diploïde inconnue.

A. junceum mediterraneum, $n = 21$ trois génomes : J_1, J_2, E_3.

A. intermedium, $n = 21$ trois génomes : E_1, E_2, N_1 (c'est l'une des hypothèses de Stebbins, 1953).

A. campestre, $n = 28$, quatre génomes : K_1, K_2, E_4, E_5. — K pourrait être apparenté à N.

A. littorale, $n = 21$, trois génomes : N_2, N_3, Y_1. — Y pourrait être apparenté à J.

A. repens, $n = 21$, trois génomes : R_1, R_2, Z_1. — L'origine de R et Z est inconnue, l'un ou l'autre de ces génomes, probablement R, doit être apparenté à K.

Les relations entre *repens* et *littorale*, *junceum* et *intermedium* d'une part, entre *littorale* et *campestre* d'autre part, restent encore à définir.

Ces hypothèses nous conduisent, pour les croisements étudiés, aux combinaisons suivantes (*cf.* tableau XXIII).

1° *A. campestre* × *A. repens*, $2n = 49. \dfrac{K_1 K_2 E_4 E_5}{R_1 R_2 Z_1}$

soit théoriquement :

$7_I + 21_{II}$ avec une variabilité assez grande du fait de l'homologie partielle de chacun des génomes constituants pour

$(17{,}66_I + 13{,}66_{II} + 0{,}38_{III} + 0{,}71_{IV}$ observés)

Tableau XXIII

Résultats observés dans l'étude des associations chromosomiques chez les Agropyrum, *et valeurs théoriques (Th.) déduites des formules génomiques proposées.*

♀ \ ♂	A. junceum med. $J_1\ J_2\ E_3$	A. littorale $N_2\ N_3\ Y_1$	A. campestre $K_1\ K_2\ E_4\ E_5$	A. repens $R_1\ R_2\ Z_1$	A. intermedium $E_1\ E_2\ N_1$
A. junceum med. $J_1\ J_2\ E_3$	$20{,}90_{II} + 0{,}02_{IV} + 0{,}02_{VI}$ Th. $\leqslant 21_{II}$ (± IV)	$9{,}83_I + 11{,}17_{II} + 2{,}17_{IV} + 0{,}83_{VI}$ (12 cellules) Th. $14_I + 14_{II}$	$5{,}57_I + 18{,}75_{II} + 1{,}02_{III} + 0{,}57_{IV}$ Th. $(0\text{-}7)_I + (14\text{-}21)_{II} + (0\text{-}7)_{III}$	non réussi	$7_I + 8{,}42_{II} + 4{,}2_{III} + 1_{IV}$ etc.., Th. $(7\text{-}14)_I + (7\text{-}14)_{II} + (0\text{-}7)_{III}$
A. littorale $N_2\ N_3\ Y_1$	voir réciproque	$0{,}21_I + 20{,}05_{II} + 0{,}42_{IV}$ (19 cellules) Th. $\leqslant 21_{II}$ (± IV)	non tenté	non réussi	voir réciproque
A. campestre $K_1\ K_2\ E_4\ E_5$	voir réciproque	non tenté	$1{,}07_I + 23{,}64_{II} + 0{,}25_{III} + 1{,}53_{IV}$ Th. $\leqslant 28_{II}$ (± IV)	$17{,}66_I + 13{,}66_{II} + 0{,}38_{III} + 0{,}71_{IV}$ etc. Th. $\geqslant 7_I + \leqslant 21_{II}$	$9{,}14_I + 14{,}18_{II} + 1{,}64_{III} + 1{,}32_{IV}$ Th. $(7\text{-}14)_I + (7\text{-}21)_{II} + (0\text{-}7)_{III} + (0\text{-}7)_{IV}$
A. repens $R_1\ R_2\ Z_1$	non tenté	non tenté	voir réciproque	$0{,}12_I + 19{,}29_{II} + 0{,}82_{IV}$ Th. $\leqslant 21_{II}$ (± IV)	non réussi
A. intermedium $E_1\ E_2\ N_1$	voir réciproque	$5{,}38_I + 12{,}24_{II} + 1{,}62_{III} + 1{,}33_{IV}$... Th. $(7\text{-}14)_I + (7\text{-}14)_{II} + (0\text{-}7)_{III}$	voir réciproque	non tenté	$0{,}38_I + 20{,}42_{II} + 0{,}1_{III} + 0{,}12_{IV}$ Th. $\leqslant 21_{II}$ (± IV)

La déviation observée par rapport aux chiffres théoriques serait due en partie à la formation de trivalents et de quadrivalents. Ceux-ci proviendraient d'associations allosyndétiques hétérogénétiques mais nous ne possédons pas suffisamment d'éléments pour en déterminer le degré.

2° *A. junceum med.* × *A. campestre*, $2n = 49$ $\frac{J_1 J_2 E_3}{K_1 K_2 E_4 E_5}$

soit théoriquement :

$14_{II} + 7_{III}$ pour

$5{,}57_{I} + 18{,}75_{II} + 1{,}02_{III} + 0{,}57_{IV} + 0{,}1_{V} + 0{,}02_{VI}$ observés.

Très peu d'associations trivalentes se forment ; il y a apparition d'univalents et augmentation du nombre de bivalents. Comme dans le cas précédent, les multivalents proviennent d'associations allosyndétiques dont nous ne pouvons préciser l'origine.

3° *A. campestre* × *A. intermedium*, $2n = 49$ $\frac{K_1 K_2 E_4 E_5}{N_1 E_1 E_2}$

soit théoriquement :

$7_{I} + 7_{II} + 7_{IV}$ pour

$9{,}14_{I} + 14{,}18_{II} + 1{,}64_{III} + 1{,}32_{IV} + 0{,}2_{V} + 0{,}04_{VI}$ observés.

Dans ce cas, l'affinité différentielle jouant, nous aurions une diminution de la fréquence des quadrivalents au bénéfice de celle des trivalents et des bivalents.

4° *A. junceum med.* × *A. intermedium*, $2n = 42$ $\frac{J_1 J_2 E_3}{N_1 E_1 E_2}$

soit théoriquement :

$7_{I} + 7_{II} + 7_{III}$ pour

$7_{I} + 8{,}42_{II} + 4{,}2_{III} + 1_{IV} + 0{,}125_{V} + 0{,}125_{VI} + 0{,}025_{VII}$ observés.

La fréquence des trivalents est légèrement inférieure à celle que nous attendions ; cette diminution du nombre des trivalents se manifeste au bénéfice des bivalents et des associations multivalentes ; on peut attribuer ce comportement à des remaniements structuraux des chromosomes à l'intérieur de chacune des deux espèces.

5° *A. intermedium* × *A. littorale*, $2n = 42$ $\frac{E_1 E_2 N_1}{N_2 N_3 Y_1}$

soit théoriquement :

$7_{I} + 7_{II} + 7_{III}$ pour

$5{,}38_{I} + 12{,}24_{II} + 1{,}62_{III} + 1{,}33_{IV} + 0{,}33_{V} + 0{,}05_{VI}$ observés.

Ici encore, en raison de l'affinité différentielle, tous les chromosomes des génomes N_1 N_2 N_3 ne seraient pas associés. On peut, en effet, observer une fréquence de bivalents supérieure à la fréquence attendue, les associations multivalentes supérieures à 3 se formeraient au détriment des univalents, peut-être à la suite de remaniements structuraux.

6° *A. junceum med.* × *A. littorale*, $2n = 42 \frac{J_1 J_2 E_3}{N_2 N_3 Y}$

soit théoriquement :

$14_I + 14_{II}$ oour

$9{,}83_I + 11{,}17_{II} + 2{,}17_{III} + 0{,}83_{IV}$ observés sur 12 cellules seulement.

Ces premières hypothèses sont un peu arbitraires, d'une part parce que les résultats sont encore fragmentaires et que toutes les combinaisons hybrides n'ont pas encore été réalisées, d'autre part parce que l'homologie entre les chromosomes associés n'est que partielle. Enfin, le fait que chacun des chromosomes partiellement homologues soit présent souvent plus de deux fois dans la plupart des combinaisons étudiées rend encore les conclusions aléatoires. Il est d'ailleurs vraisemblable que relativement peu d'espèces diploïdes aient participé à la genèse des différents *Agropyrum* polyploïdes ; leur nombre est moins élevé que celui que nous laissons supposer par le nombre de symboles utilisés pour désigner les génomes. Certains d'entre eux seront encore à rapprocher. De cette première analyse nous pouvons néanmoins déjà grouper les espèces qui, par ailleurs, présentent quelques analogies du point de vue morphologique :

A. junceum boreo-atlanticum et *A. junceum mediterraneum.*
A. elongatum et *A. intermedium.*
A. intermedium et *A. littorale.*
A. intermedium et *A. campestre.*
A. elongatum et *A. junceum mediterraneum.*

ÉTUDE DE QUELQUES HYBRIDES TRITICUM × AGROPYRUM

Les différents *Agropyrum* étudiés précédemment et *Agropyrum* (*elongatum* 10*x*) ont été croisés avec un certain nombre d'espèces ou variétés de Blé choisies dans chacune des séries diploïde, tétraploïde et hexaploïde.

La réalisation et l'étude de tels hybrides avait pour but :

— de préciser les possibilités de croisement entre les deux genres,

— d'étudier les relations d'homologie entre les génomes des *Agropyrum* et ceux des Blés.

Une meilleure connaissance de la genèse de chacun des deux genres et de leurs relations phylogénétiques était utile pour orienter et contrôler la sélection de leurs hybrides.

1° Possibilités de croisement.

Les possibilités de croisement entre *Triticum* et *Agropyrum* ont été déjà précisées par un certain nombre d'auteurs : Verushkine et Sche-

CHURDINE (1933, 1936), TZITZIN (1935), JOHNSON (1938), WHITE (1940), SMITH (1942, 1943). Les résultats signalés sont toujours à peu près les mêmes : les Blés hexaploïdes et surtout les Blés tétraploïdes se croisent aisément avec *A. intermedium* et avec sa forme velue *A. trichophorum*, un peu moins facilement avec *A.* (*elongatum* 10x). Quelques croisements sont signalés entre des Blés tétraploïdes et *A. junceum boreo-atlanticum* (TZITZIN, OSTERGREN). A partir du croisement entre *T. vulgare* var. Rex et *A. cristatum*, SMITH obtient des plantules qui meurent prématurément. KOSTOFF décrit un hybride naturel présumé (*T. Timopheevi* × *A. repens*).

Les hybridations que nous avons tentées sont indiquées dans le tableau XXIV. Nous avons pu étudier divers hybrides impliquant *A. intermedium* et *A.* (*elongatum* 10x), ainsi que des hybrides avec *A. campestre*, cette dernière espèce n'ayant à notre connaissance jamais été hybridée avec le Blé.

1. Résultats négatifs.

a) Les croisements suivants ont échoué :

Blés tétraploïdes × *A. elongatum* (1).

T. vulgare × *A. caninum*.

T. durum mahmoudi × *A. junceum boreo-atlanticum*.

T. Timopheevi × *A. littorale*.

Blés tétraploïdes × *A. repens*.

T. monococcum × *A. campestre*.

T. durum mahmoudi × *A.* (*elongatum* 10x).

Signalons cependant que dans un bon nombre de ces croisements (*cf.* tableau XXIV) les essais tentés sont insuffisants pour qu'on puisse conclure à l'impossibilité.

b) Les croisements suivants ont donné quelques grains plus ou moins bien conformés, dont aucun n'a germé :

T. vulgare × *A. junceum med.* 2 grains pour 694 fleurs pollinisées.

T. vulgare × *A. littorale* 1 grain pour 179 fleurs pollinisées.

T. vulgare × *A. repens* 10 grains pour 940 fleurs pollinisées.

T. vulgare × *A. campestre* 2 grains pour 304 fleurs pollinisées.

T. turgidum × *A. intermedium* 1 grain pour 179 fleurs pollinisées.

c) Les croisements suivants ont donné des plantes F_1, toutes léthales ou subléthales :

1° *T. monococcum* 2x × *A. intermedium* souche 75.

La plupart (environ 50 p. 100) des « grains » obtenus n'ont pas d'em-

(1) 1 grain issu du croisement (*T. dicoccum* × *A. elongatum* 2x), a donné une plantule, morte prématurément ; nous ne savons pas si elle était hybride.

Depuis la rédaction de ce mémoire, deux auteurs, JENKINS et MOCHIZUKI (A new amphiploid from a cross between *Triticum durum* and *Agropyrum elongatum* (2n = 14). Wheat Information Service, n° 5, p. 15, july 1957), ont obtenu des hybrides viables en croisant *Triticum durum* avec *A. elongatum* (HOST.) P. B. Les plantes F_1 obtenues sont fertiles ainsi que leurs amphidiploïdes. La fréquence des associations chromosomiques observées dans les deux cas serait assez élevée.

bryon, les autres peuvent germer et présentent généralement un début de développement du coléoptile sans jamais donner de racines.

2° *T. monococcum* 4*x* × *A. intermedium* souche 75.

Le croisement réalisé avec une forme de *T. monococcum* autotétraploïde obtenue expérimentalement (SIMONET, DOMMERGUES et LANGLADE), donne des grains et un certain pourcentage de plantules (14 plantules obtenues pour 64 grains semés) ; mais celles-ci meurent avant l'apparition de la cinquième feuille, sans avoir émis de racines de tallage (1).

3° *T. vulgare* var. Fylgia × *A. intermedium* souche 75.

Le croisement est aisé et donne de nombreux grains (100 grains obtenus pour 179 fleurs pollinisées), mais les plantules meurent au stade 2 feuilles, de la même façon que les plantules issues du croisement précédent.

4° *T. vulgare* var. Progress × *A. intermedium* souche 76 (F_1, n° 429).

Le clone issu de ce croisement, bien que nous ayant donné quelques épis au cours de la première année, a présenté rapidement un jaunissement des feuilles et il est mort. Il s'agit d'une sorte d'incompatibilité entre *T. vulgare* var. Progress et la souche d'*Agropyrum* utilisée.

d) Signification de ces résultats :

Ces échecs ne traduisent pas obligatoirement des incompatibilités d'ordre spécifique ; par exemple, la même souche 75 d'*Agropyrum intermedium* donne des grains qui ne germent pas avec *T. vulgare* var. Cappelle, des plantules qui meurent au stade deux feuilles avec *T. vulgare* var. Fylgia et des plantes « normales » avec quatre autres variétés de *T. vulgare*. On rencontre de semblables exemples d'incompatibilité variétale à l'intérieur de l'espèce *T. vulgare*.

2. **Résultats positifs.**

— Avec les Blés tétraploïdes :

T. Timopheevi
T. dicoccum
T. persicum var. *rubiginosum.*
T. durum var. *mahmoudi*

} × *A. intermedium* souches 75 et 506.

T. Timopheevi × *A. campestre* souches 457 et 485 *a*.

T. dicoccum × *A. campestre* souche 485 *a*.

A notre connaissance, ces deux dernières combinaisons n'ont jamais encore été réalisées.

(1) Une seule plante issue d'un semis du mois de mars 1957, se développe actuellement, elle croît très lentement et n'a pas fleuri au cours de l'année 1957.

TABLEAU XXIV

Croisements effectués entre Triticum *et* Agropyrum (1950-1956) *(Les combinaisons ayant donné des* F_1 *viables sont en caractères gras).*

		A. elongatum $2n = 14$	A. caninum $2n = 28$	A. junceum b. a. $2n = 28$	A. junceum med. $2n = 42$	A. intermedium $2n = 42$	A. littorale $2n = 42$	A. repens $2n = 42$	A. campestre $2n = 56$	A. (elongatum 10x) $2n = 70$
Triticum monococcum $2n = 14$	Forme diploïde					520 fl 97 g ±			246 fl 0 g	
	Forme autotétrapl.					391 fl 64 g ±				
Triticum à $2n = 28$	T. dicoccum	425 fl 1 g				310 fl **155** g			56 fl **5** g	
	T. Timopheevi	138 fl 0 g				240 fl **185** g	32 fl 0 g	144 fl 0 g	182 fl **65** g	
	T. turgidum	357 fl 0 g				179 fl 1 g				
	T. persicum rubiginosum					632 fl **202** g		196 fl 0 g		
	T. polonicum	30 fl 0 g						44 fl 0 g		
	T. durum mahmoudi			52 fl 0 g		314 fl **71** g				
Triticum vulgare $2n = 42$	(Dr Mazet)				320 fl 0 g	205 fl **71** g		113 fl 0 g	42 fl 2 g	42 fl 0 g
	(Hybride de Bersée)				22 fl 0 g	22 fl **12** g			78 fl 0 g	
	(Fylgia)				39 fl 0 g	179 fl 100 g	179 fl 1 g		32 fl 0 g	
	(Progress)				171 fl 0 g	291 fl **122** g		223 fl 1 g	128 fl 2 g	787 fl **26** g
	(Blé des Dômes)							118 fl 1 g		
	(Vilmorin 27)		44 fl 0 g			607 fl **108** g		94 fl 0 g	24 fl 0 g	
	(Étoile de Choisy)		21 fl 0 g		24 fl 2 g			87 fl 4 g		
	(Cappelle)		72 fl 0 g		64 fl 0 g	20 fl 7 g		146 fl 0 g		
	(Magdalena)				54 fl 0 g	18 fl **11** g		159 fl 4 g		
T. persicum rubiginosum ?	Forme hexaploïde					291 fl 220 g				

— Avec les Blés hexaploïdes (1).

T. vulgare var. Vilmorin 27.
T. vulgare var. Magdalena.
T. vulgare var. Progress
T. vulgare var. Hybride de Bersée.
T. vulgare var. Docteur Mazet.
} × *A. intermedium* souches 75, 75 bis, 506.

T. vulgare var. Progress × *A.* (*elongatum* 10 x).

A. (*elongatum* 10x) × *T. vulgare* var. Progress,

2° Étude morphologique.

cf. grains F_1 fig. 3 et 4, pl. 39 ; épis F_1, pl. 40,41 et 42).

Des diagnoses détaillées des hybrides entre Blés tétraploïdes et *A. intermedium*, Blés hexaploïdes et *A. intermedium* ou *A.* (*elongatum* 10x) ont été publiées à plusieurs reprises, entre autres par Tzitzin (1935), Verushkine et Schechurdine (1933), Armstrong (1936), Vakar (1934), Johnson (1938), White (1940).

Les hybrides que nous avons obtenus sont à peu près semblables et nous n'avons pas jugé utile de les décrire. Ils sont tous pérennes et ressemblent plus à *l'Agropyrum* qu'au Blé ; ils ont cependant une précocité de floraison intermédiaire. Ils présentent de plus un fort hétérosis.

Des F_1 issues des croisements *T. Timopheevi* × *A. campestre* et *T. dicoccum* × *A. campestre* n'ont jamais encore été décrites et nous avons indiqué leurs caractères les plus marquants (*cf.* tableaux XXV et XXVI).

3° Étude cytogénétique des F_1.

L'étude du comportement des hybrides F_1 a été effectuée dans les cellules-mères du pollen ; la méiose se produit nettement plus tard que chez le Blé :

— pour les hybrides avec *A. intermedium*, à l'épiaison (un épillet sorti de la gaine) ;

— pour les hybrides avec *A. campestre* et *A.* (*elongatum* 10x) un peu plus tard (quelques épillets sortis de la gaine).

Nous avons adopté le terme de « méta-anaphase » défini par Tometorp (1939) pour désigner le stade auquel nous avons analysé les associations chromosomiques. La plupart de ces F_1 présentent une forte asyndèse tout comme des haploïdes. Aussi est-il difficile de différencier les stades de MI et d'AI :

1° Parce que les univalents sont éparpillés sans ordre dans la cellule.

2° Parce que toutes les associations de chromosomes ne se disjoignent pas en même temps.

(1) Les grains issus du croisement entre la forme de *T. persicum rubiginosum* hexaploïde reçue du Japon et *A. intermedium* n'ont pas été mis en germination.

TABLEAU XXV. — *Caractères de l'hybride* F_1 T. dicoccum × A. campestre, *comparé à ses deux parents.*

	T. dicoccum ♀	Hybride F_1	A. campestre 485*a* ♂
Aspect général	Plante haute, glauque, non traçante, tallage peu abondant, plante annuelle.	Plante haute (1,20 m environ), glauque, traçante, émettant des rhizomes peu profonds, épais et courts, tallage abondant, plante pérenne.	Plante 1/2 haute (0,90-1 m), très glauque, émettant des rhizomes peu profonds, épais et courts, tallage abondant, plante pérenne.
Limbe de la dernière feuille :			
Aspect général	Plan, large, horizontal ou dressé, assez raide, oreillettes assez longues (1 mm environ), glabres.	Plan, parfois légèrement enroulé à la pointe, demi-large, généralement dressé, assez raide, bordé d'une ligne blanche scabre (épines grosses et courtes), oreillettes longues, glabres, en forme de faucille.	Plan, légèrement enroulé à la pointe, demi-large, dressé, raide et dur, bordé d'une ligne blanche scabre (épines grosses et courtes).
Face interne	Finement et peu profondément nervurée, nervures irrégulières (1 sur 4 est plus accentuée). Toute la surface est duveteuse (poils courts et fins).	Finement et profondément nervurée, nervures assez espacées, scabres (épines fines, assez nombreuses).	Profondément et irrégulièrement nervurée, très scabre (épines grosses et courtes).
Face externe	Carénée, finement striée (les nervures profondes de la face supérieure apparaissent sous forme de stries), surface duveteuse (poils courts et fins mais plus nombreux que sur l'autre face).	Faiblement carénée, lisse.	Légèrement carénée, finement striée, rude.
Chaume	Creux à demi-plein, glabre, nœuds duveteux.	Demi-plein, glabre.	Plein à demi-plein, glabre, nœuds glabres
Epi	Blanc, barbu, à barbes divergentes, demi-lâche, étroit, cylindrique, long. 11 cm (10-12) à épillets nombreux : 28 (25-29).	Mutique, lâche, très étroit, cylindrique, long. 20 cm (18-23) à épillets nombreux : 24 (22-27).	Mutique, demi-lâche, très étroit, long. 21 cm (19-24) à épillets nombreux : 15 (21-30).
Rachis	Fragile, se désarticulant avec l'épillet supérieur, lisse, parfois légèrement velu sur les bords, très velu au niveau d'insertion des glumes (pinceaux de poils longs et fins), articles du rachis très courts 3 mm (3-4) et étroits, élargis au niveau d'insertion des glumes.	Non fragile, lisse, scabre sur les bords (épines très denses), articles du rachis longs 7 mm (6-8) et très étroits (1/2 à 1 mm).	Non fragile, lisse, scabre sur les bords (épines fines et espacées), articles du rachis longs 7 mm (4-9) et très étroits (1/2 mm environ).
Epillets	Ovales, assez courts : 12 mm (12-14) et larges, peu resserrés (rapport épillet/entre-nœud : 4), à peu de fleurs (2 fleurs fertiles par épillet, rarement 3).	Ovales allongés 18 mm (15-20), étroits, peu resserrés (rapport épillet/entre-nœud : 2,5), 5 fleurs par épillet (4-5).	Ovales, allongés 19 mm (16-24), étroits, peu resserrés (rapport épillet/entre-nœud : 2,8), 7 fleurs par épillet (5-9).
Glumes	Subégales, lancéolées ovales, à carène prononcée qui se prolonge en un bec mucroné, glabres portant des épines sur le tiers supérieur de la carène, pas de troncature, mais une nervure latérale sur l'aile développée détermine un mamelon obtus.	Inégales, lancéolées étroites, carénées, obtuses, légèrement mucronées, glabres, portant de très courtes épines sur la moitié supérieure de la carène ; nervures latérales sur l'aile développée, l'une d'elles plus accentuée détermine un mamelon obtus.	Inégales, lancéolées étroites, carénées, aiguës, faiblement mucronées, glabres, portant quelques épines sur le tiers supérieur de la carène, nervures accentuées égales et parallèles.
Glumelles :			
Inférieure	Étroite, barbue (épines sur la barbe).	Étroite, mutique.	Étroite, mutique.
Supérieure	Bicarénée, obtuse au sommet, égale à l'inférieure.	Bicarénée, obtuse, plus courte que l'inférieure.	Bicarénée, obtuse ou échancrée, plus courte que l'inférieure.

TABLEAU XXVI. — *Caractères de l'hybride F_1 T. Timopheevi × A. campestre, comparé à ses deux parents.*

	T. Timopheevi ♀	Hybride F_1	A. campestre (457) ♂
Aspect général	Plante haute (1,20 m environ), non glauque, non traçante, à tallage plus ou moins abondant, annuelle.	Plante demi-haute (1 m environ) très glauque, traçante (rhizomes peu profonds, gros et courts), tallage très abondant, pérenne.	Plante demi-haute (0,80-1 m) très glauque, traçante (rhizomes peu profonds, gros et courts), tallage très abondant, plante pérenne.
Feuilles (dernière feuille) :			
Gaine	Velue (cils longs et fins) sur toute la surface et sur les bords.	Glabre (velue sur les feuilles de base, poils très fins), bord membraneux, lisse.	Glabre, bord membraneux, lisse.
Limbe	Plan, large, horizontal ou retombant, mou, oreillettes velues (touffe de cils), poils marginaux particulièrement à la base du limbe.	Légèrement enroulé à la pointe, demi-large, horizontal, raide, oreillettes filiformes (quelques cils plus rares que chez *T. Timopheevi*) bordé d'une ligne blanche scabre (épines grosses et courtes).	Légèrement enroulé à la pointe, demi-large, horizontal, raide, oreillettes triangulaires courtes et larges, limbe bordé d'une ligne blanche scabre (épines grosses et courtes).
Face interne	Finement et peu profondément nervurée, parsemée de soies longues.	Profondément nervurée, nervures étroites et irrégulières.	Profondément et irrégulièrement nervurée, nervures scabres (petites épines).
Face externe	Lisse, carénée, très velue (longues soies disposées sur les nervures, de façon alterne).	Lisse, carénée, glabre.	Lisse, légèrement carénée, glabre, finement striée.
Chaume	Creux, glabre, nœuds velus.	Demi-plein, glabre, nœuds glabres.	Demi-plein, glabre, nœuds glabres.
Epi	Blanc, barbu, à barbes divergentes, compact, large, légèrement pyramidal, court, 6 cm (6-7), à épillets nombreux : 19 (17-21).	Mutique ou légèrement aristé, demi-lâche, étroit, cylindrique, long 19 cm (15-25) à épillets très nombreux : 31 (23-34).	Mutique, lâche, étroit, cylindrique, long : 18 cm (16-21), à épillets très nombreux : 24 (21-27).
Rachis	Fragile, se désarticulant avec l'épillet supérieur, fortement velu sur les bords et au niveau d'insertion de la glume (pinceaux de poils), articles du rachis très courts (2 mm) et larges (2 mm env.).	Non fragile, scabre sur les bords (épines longues et fines), rugueux sur les deux faces, parfois velu chez certaines plantes au niveau d'insertion des glumes, articles du rachis longs 4 mm (4-5) et étroits.	Non fragile, scabre sur les bords (épines fines), articles du rachis longs : 7 mm (6-8) et étroits.
Epillets	Ovales, longs 17 mm (15-19) et larges, très resserrés (rapport épillet/entre-nœud 9,9), à peu de fleurs (2 fleurs fertiles par épillet).	Ovales, longs 18 mm (15-19) et étroits, peu resserrés (rapport épillet/entre-nœud 3,6) à nombre de fleurs intermédiaires 5 (4-6).	Ovales, longs 16 mm (15-19) et étroits, peu resserrés (rapport épillet/entre-nœud 2,4), à 5 fleurs (4-6) par épillet.
Glumes	Subégales, étroites, possédant une crête saillante qui se prolonge en un bec triangulaire à base large et recourbée vers l'extérieur, velues sur toute la surface et sur la crête ; celle-ci est parfois scabre vers le sommet. Troncature échancrée. Crête légèrement infléchie au sommet.	Inégales, très étroites, carénées légèrement mucronées, rugueuses, scabres sur le tiers supérieur de la carène, à nervures latérales convergeant au sommet, lancéolées. Troncature absente. Carène non infléchie.	Inégales, très étroites, carénées à nervures latérales convergeant au sommet, mucronulées, rugueuses. Troncature absente. Carène non infléchie.
Glumelles :			
Inférieure	Étroite, barbue (épines sur la barbe) légèrement échancrée au sommet, velue dans la partie supérieure.	Étroite, mutique ou très légèrement aristée, carénée.	Étroite, mutique.
Supérieure	Bicarénée, échancrée au sommet.	Bicarénée, non échancrée au sommet.	Bicarénée.

b) Blés tétraploïdes × *Agropyrum campestre*, $2n = 42$ (*cf.* photo 2, 3, 4, pl. 32).

Six plantes F_1 ont été analysées en 1953, soit : (*T. Timopheevi* × *A. campestre* souche 457), 4 plantes F_1 étudiées, 133/5, 133/7, 133/9 et 269/2. *T. dicoccum* × *A. campestre* souche 485 *a*, 2 plantes F_1 étudiées, 502/1 et 502/2.

Dans la plante 134/2 issue du croisement (*T. Timopheevi* × *A. campestre* 485 *a*), il a été impossible d'analyser une seule cellule ; les étamines sont avortées et contiennent très peu de cellules-mères, les méta-anaphases sont ininterprétables, les rares cellules en division se séparent à l'intercinèse, et des plasmodes contenant des amas de chromatine ou de chromosomes plus ou moins désorganisés sont fréquents parmi les cellules-mères du pollen.

L'observation des associations chromosomiques chez les autres plantes au cours de la « méta-anaphase » a permis d'établir les moyennes indiquées dans le tableau XXVII. On trouvera dans le tableau XXVIII la fréquence relative des différents types de bivalents. Si nous comparons ces résultats à ceux que nous avons signalés pour les croisements précédents, nous constatons :

— une amplitude de variation dans les associations aussi forte,

— une fréquence de conjugaison chromosomique nettement plus élevée, le nombre moyen d'univalents restant sensiblement le même,

— un pourcentage de bivalents en anneaux nettement supérieur.

Le nombre de chiasmata par cellule et par élément conjugué est donc nettement plus élevé.

Les anomalies observées aux autres stades de la méiose sont du même ordre que dans les croisements précédents. Elles semblent encore plus fréquentes dans le croisement (*T. dicoccum* × *A. Campestre*) plante 502/2 où nous avons pu observer :

— de nombreux ponts d'inversion hétérozygote (0 à 6 ponts par cellule),

— des ruptures spontanées de chromosomes,

— de nombreuses cellules asynaptiques : dans cette catégorie de cellules, au lieu de se répartir asymétriquement à chacun des pôles, les univalents se placent en totalité en plaque équatoriale secondaire, se clivent, et les chromatides sœurs se répartissent aux pôles, d'où formation de diades symétriques,

— de nombreux noyaux de restitution : certains d'entre eux sont accompagnés de micronoyaux,d'autres présentent des ébauches de membrane (*cf.* photos 3 et 4, pl. 32).

Les divisions II n'ont jamais pu être observées : il est possible qu'elles soient escamotées en raison du nombre important d'univalents qui se clivent avant l'intercinèse.

Tableau XXVIII

Etude du comportement méiotique des F_1 *entre les Blés tétraploïdes et* A. intermedium *ou* A. campestre.

	N° de la souche	Nombre 2n	Nombre de cellules analysées	Nombre de II par cellule	% de chromosomes à l'état II	Fréquence des deux types de bivalents						Nombre de chiasmata			
						Droits		Anneaux		Fréquence en % du total		Par cellule		Par chromosome	Par élément conjugué
						Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Droits	Anneaux	Moyenne	Erreur stand.		
T. Timopheevi × A. intermedium ..	28/14	35	100	4,53	25,9	0-9	4,27	0-2	0,26	94,3	5,7	5,40	0,18	0,15	0,54
T. Timopheevi × A. intermedium ..	28/17	35	100	3,16	18,1	0-8	3,03	0-1	0,13	95,9	4,1	4,96	0,26	0,14	0,58
T. Timopheevi × A. intermedium ..	29/10	35	100	2,54	14,5	0-7	2,42	0-1	0,12	95,3	4,7	3,01	0,11	0,09	0,54
T. dicoccum × A. intermedium.....	25/3	35	100	4,12	23,5	1-7	3,89	0-3	0,23	94,4	5,6	5,97	0,16	0,17	0,56
T. persicum × A. intermedium	26/3	35	100	2,89	16,5	0-6	2,40	0-2	0,49	83,0	17,0	4,07	0,16	0,11	0,61
T. durum × A. intermedium	14/8	35	100	1,65	9,4	0-4	1,50	0-1	0,15	90,9	9,1	2,09	0,12	0,06	0,54
T. durum × A. intermedium	14/9	35	100	3,97	22,7	0-7	3,38	0-3	0,59	85,1	14,9	5,62	0,23	0,16	0,60
T. Timopheevi × A. campestre	133/5	42	100	7,63	36,3	1-8	3,56	0-8	4,07	46,7	53,3	12,25	0,30	0,29	0,77
T. Timopheevi × A. campestre	133/7	42	100	9,64	45,9	0-8	5,12	1-7	4,52	53,1	46,9	15,75	0,37	0,37	0,72
T. Timopheevi × A. campestre	133/9	42	50	9,02	43,0	2-10	5,30	0-6	3,72	58,8	41,2	13,16	0,30	0,31	0,70
T. Timopheevi × A. campestre	269/2	42	100	7,87	37,5	0-10	4,96	0-7	2,91	63,0	37,0	11,89	0,28	0,29	0,69
T. dicoccum × A. campestre	502/1	42	76	11,64	55,4	1-10	5,84	2-10	5,80	50,2	49,8	19,30	0,33	0,46	0,74
T. dicoccum × A. campestre	502/2	42	100	8,67	41,3	1-11	5,12	0-7	3,55	59,0	41,0	13,17	0,28	0,31	0,70

Tableau XXIX

Comportements moyens observés en M_1 *par différents auteurs chez les* F_1 *entre* A. intermedium *(Host) P. B.* ($2n = 42$) *et des Blés tétraploïdes ou hexaploïdes.*

Auteur	Croisement étudié	I		II		III		IV		Nombre de cellules analysées
		Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	
Peto (1936)	T. dicoccum × A. glaucum.	—	20,4	—	6,2	—	0,8	—	0	20
	T. durum × A. glaucum.	—	22	—	5,5	—	0,5	—	0,05	20
Love et Suneson (1945)	T. durum × A. trichophorum.	27-35	31,8	0-4	1,6	—	0	—	0	50
	T. durum × A. trichophorum.	12-27	20,22	3-10	6,06	0-3	0,86	0-2	0,32	50
Pope et Love (1952)	T. Timopheevi × A. trichophorum.	14-33	24,2	1-9	4,9	0-2	0,3	—	0	100
Bell et Sachs (1953)	T. dicoccum × A. intermedium.	19-28	24,32	2-8	4,68	0-3	0,44	—	0	50
Gaul (1953)	T. durum × A. intermedium.	—	17,7 à	0-12	3,8 à	0-3	0,2 à	0-1	0 à	1 100
	T. dicoccum × A. intermedium.		26,2		7		1,1		0,06	(28 pl.)
Matsumura et Muramatsu (1956)	T. polonicum × A. intermedium.	15-25	20,8	5-10	6,8	—	0,2	—	0,03	—
	T. durum × A. intermedium.	11-29	19,5	3-12	7,7	—	0,3	—	0,04	—
Peto (1936)	T. vulgare Lutescens × A. glaucum.	—	30,5	—	4,8	—	0,60	—	0	20
	T. vulgare Kharkov × A. glaucum.	—	30,3	—	5,6	—	0,01	—	0	20
	T. vulgare C A N 1835 × A. glaucum.	—	39,3	—	1,2	—	0,05	—	0	20
Love et Suneson (1945)	T. macha × A. trichophorum ($2n = 41$).	13-31	22,64	4-13	7,7	0-3	0,88	0-1	0,80	50
Thompson et Grafius (1950)	T. vulgare Minter × A. trichophorum.	—	20	1-11	11	—	—	—	—	33
Ohlendorf (1952)	T. vulgare Carsten V × A. intermedium.	—	—	4-11	6 à 8	—	—	—	—	140(2 pl.)
Gaul (1953)	T. aestivum × A. intermedium.	—	13,8 à	—	2 à	0-6	0 à	0-1	0 à	2 000
			38		11,7		1,9		0,04	(40 pl.)
Matsumura et Muramatsu (1956)	T. vulgare erythrospermum × A. intermedium.	16-26	19,8	8-13	10,1	—	0,6	—	0,03	—

Comme dans les croisements précédents, tous les grains de pollen sont vides et les étamines sont indéhiscentes.

c) Blés hexaploïdes × *Agropyrum intermedium* (fig. 1 à 5, pl. 15, et photos 1 à 6, pl. 31).

Un grand nombre de plantes F_1, pérennes et particulièrement vigoureuses ont été obtenues en 1951 avec les variétés Vilmorin 27, Magdalena, Hybride de Bersée, Docteur Mazet. L'examen de quelques méioses effectué au cours des années 1952 et 1953 nous avait permis de constater d'une part une très grande variabilité dans les moyennes obtenues, d'autre part la présence de plantes aneuploïdes parmi les F_1. Les comportements moyens observés à la méta-anaphase après analyse de 100 cellules dans chacune des plantes F_1 observées étaient les suivants :

265/2 Vilmorin 27 × *A. intermedium* : $35,53_{I} + 3,14_{II} + 0,33_{III} + 0,05_{IV}$ $2n = 43$.

135/6Vilmorin 27 × *A. intermedium* : $25,8_{I} + 7,62_{II} + 0,64_{III} + 0,01_{IV}$. $2n = 43$.

266/1 Progress × *A. intermedium* : $27,21_{I} + 5,96_{II} + 0,89_{III} + 0,05_{IV}$ $2n = 42$.

137/3 Magdalena × *A. intermedium* : $27,12_{I} + 6,49_{II} + 0,62_{III} + 0,01_{IV}$ $2n = 42$.

On constate des différences du même ordre entre les résultats signalés par Peto (1936), Love et Suneson (1943), Thompson et Grafius (1950).

En 1954, la méiose de seize plantes F_1 venant de plusieurs croisements a été étudiée (tableaux XXX et XXXI) dans des cellules-mères du pollen prélevées dans des conditions comparables. Les moyennes obtenues par l'analyse d'échantillons de 100 cellules en méta-anaphase pour chacune des plantes F_1 se sont révélées très différentes. L'analyse statistique prouve qu'il existe, pour le nombre moyen d'univalents, des différences significatives entre étamines prélevées le même jour sur une même plante (*cf.* tableau XXXII). Ceci ne facilite pas l'étude des relations d'homologie entre les chromosomes du Blé et ceux de l'*Agropyrum*, puisqu'on peut constater dans les appariements des différences qui ne sont dues ni à l'hétérozygotie de la souche d'*Agropyrum*, ni à la date de prélèvement.

En fait, l'analyse cytologique des différentes espèces d'*Agropyrum* et de leurs hybrides interspécifiques nous a permis de montrer que la plupart des *Agropyrum* sont des polyploïdes complexes ; ils possèdent plusieurs génomes partiellement homologues dont les chromosomes n'ont en commun que des fragments plus ou moins importants. Ces chromosomes, en l'absence d'un homologue parfait (c'est-à-dire, en somme l'état haploïde) et c'est le cas dans les F_1 *Triticum* × *Agropyrum*, sont susceptibles de s'apparier en donnant des associations autosyndétiques

Tableau XXX

Étude du comportement moyen observé en M_1 chez différentes F_1 (T. vulgare × A. intermedium) *et chez les espèces parentes.*

Variété, espèce ou hybride F_1	N°	Nombre *2n*	Nbre de cellules analysées	I		II		III		IV		V		VI	
				Extrê.	Moyen.	Extrê.	Moyen.	Extrê.	Moyen.	Extrê.	Moyen.	Extrê.	Moyen.	Extrê.	Moyen.
Vilmorin 27 × A. intermedium.....	135/3	42	100	15–40	26,78	1–10	6,12	0–5	0,98	0–1	0,01	—	0	—	0
Vilmorin 27 × A. intermedium.....	135/6	43	100	23–41	30,98	1–10	5,42	0–2	0,38	0–1	0,01	—	0	—	0
Vilmorin 27 × A. intermedium.....	135/7	42	100	26–42	35,41	0–8	3,13	0–1	0,11	—	—	—	0	—	0
Vilmorin 27 × A. intermedium.....	265/1	42	100	21–42	34,39	0–9	2,87	0–2	0,61	0–1	0,01	—	0	—	0
Vilmorin 27 × A. intermedium.....	265/2	43	100	23–41	32,67	1–10	4,58	0–1	0,32	0–1	0,04	0–1	0,01	—	0
Vilmorin 27 × A. intermedium.....	265/5	42	100	22–42	31,29	1–10	4,60	0–1	0,49	0–1	0,01	—	0	—	0
Dr Mazet × A. intermedium.....	151/1	42	100	21–40	29,23	1–9	5,57	0–2	0,53	0–1	0,01	—	0	—	0
Dr Mazet × A. intermedium.....	151/2	42	100	16–35	25,29	2–10	6,95	0–4	0,87	0–1	0,05	—	0	—	0
Dr Mazet × A. intermedium.....	151/4	42	100	19–38	29	2–10	5,55	0–2	0,59	0–1	0,02	0–1	0,01	—	0
Dr Mazet × A. intermedium.....	151/6	42	100	22–38	29,86	1–10	5,15	0–4	0,60	0–1	0,01	—	0	—	0
Dr Mazet × A. intermedium.....	267/2	42	100	16–36	26,44	2–10	6,44	0–3	0,88	0–1	0,01	—	0	—	0
Dr Mazet × A. intermedium.....	267/5	42	100	15–37	24,50	1–13	6,97	0–5	1,16	0–1	0,02	—	0	—	0
H. de Bersée × A intermedium	149/1	42	62	16–36	25,39	3–11	6,82	0–3	0,97	0–1	0,01	—	0	—	0
Progress × A. intermedium.....	266/2	42	100	19–38	28,30	2–10	5,91	0–3	0,57	0–1	0,03	0–1	0,01	—	0
Progress × A. intermedium.....	146/1	42	100	18–37	26,79	1–12	6,31	0–3	0,82	0–1	0,02	0–1	0,01	—	0
Magdalena × A. intermedium.....	137/2	42	100	26–42	33,72	0–8	3,50	0–2	0,40	0–1	0,02	—	0	—	0
Vilmorin 27.....		42	50	0–6	0,86	17–21	20,30	0–1	0,02	0–1	0,06	—	—	0–1	0,04
Dr Mazet.....		42	47	0–4	0,51	18–21	20,63	0–1	0,04	0–1	0,02	—	0	—	0
Magdalena.....		42	50	0–2	0,08	16–21	20,82	0–1	0,04	—	0	—	0	0–1	0,02
A. intermedium.....	75	42	30	0–4	0,46	17–21	19,06	0–2	0,40	0–2	0,30	—	0	0–1	0,16
A. intermedium.....	506	42	50	0–3	0,38	18–21	20,42	0–1	0,10	0–1	0,12	—	0	—	0

Tableau XXXI

Étude du comportement méiotique des F_1 entre T. vulgare *et* A. intermedium *(suite).*

	N°	Nbre $2n$	Nbre de cellules analysées	Nbre de II par cellule	% de chromosomes à l'état II	Fréquence des deux types de bivalents						Nombre de chiasmata			
						Droits		Anneaux		Fréquence en % du total		par cellule		par chromosome	par élément conjugué
						Extrê.	Moyen.	Extrê.	Moyen.	Droits	Anneaux	Moyen.	Erreur stand.		
T. vulgare var. V. 27 × A. intermedium	135/3	42	100	6,12	29,1	1–9	5,28	0–3	0,84	86,3	13,7	9,15	0,31	0,22	0,60
«	135/6	43	100	5,42	25,2	0–8	4,13	0–3	1,29	76,2	23,8	7,52	0,23	0,17	0,63
«	135/7	42	100	3,13	14,9	0–8	2,97	0–2	0,16	94,9	5,1	3,52	0,22	0,08	0,53
«	265/1	42	100	2,87	13,7	0–8	2,51	0–2	0,36	87,5	12,5	4,52	0,28	0,11	0,59
«	265/2	43	100	4,58	21,3	1–8	4,26	0–4	0,32	93,0	7,0	5,72	0,28	0,13	0,55
«	265/5	42	100	4,60	21,9	0–10	4,37	0–2	0,23	95,0	5,0	5,86	0,22	0,14	0,55
T. vulgare var. Dr Mazet × A. intermedium	151/1	42	100	5,57	26,5	1–9	4,73	0–3	0,84	84,9	15,1	7,58	0,22	0,18	0,59
«	151/2	42	100	6,95	33,1	2–9	5,93	0–4	1,02	85,3	14,7	9,94	0,18	0,24	0,59
«	151/4	42	100	5,55	26,4	1–9	5,12	0–2	0,43	92,3	7,7	7,33	0,23	0,17	0,56
«	151/6	42	100	5,15	24,5	1–8	4,74	0–3	0,41	92,0	8,0	6,81	0,23	0,16	0,56
«	267/2	42	100	6,44	30,7	1–9	5,46	0–4	0,98	84,8	15,2	9,34	0,28	0,22	0,60
«	267/5	42	100	6,97	33,2	1–11	6,19	0–3	0,78	88,8	11,2	10,18	0,34	0,24	0,58
T. vulgare Bersée × A. intermedium.	149/1	42	62	6,82	32,5	2–9	5,90	0–4	0,92	86,5	13,5	9,93	0,36	0,24	0,60
T. vulgare Progress × A. intermedium.	266/2	42	100	5,91	28,1	1–9	5,57	0–3	0,34	94,3	5,7	7,59	0,24	0,18	0,55
«	146/1	42	100	6,31	30,0	1–11	5,86	0–4	0,45	92,9	7,1	8,50	0,24	0,20	0,56
T. vulgare Magdalena × A. intermedium	137/2	42	100	3,50	16,7	0–8	3,41	0–1	0,09	97,4	2,6	4,46	0,18	0,11	0,54

Tableau XXXII

F_1 T. vulgare *var.* Dr Mazet × A. intermedium - *Méiose - Étude du nombre moyen d'univalents dans plusieurs étamines prélevées simultanément pour chaque plante F_1 et traitées identiquement (1954).*

Plante F_1	Étamine	Nombre de cellules	Nombre moyen d'univalents par cellule	Variance individuelle	Homogénéité des variances(1)	Variance individuelle commune	Variance de chaque moyenne	Homogénéité des moyennes	
								Étude globale	Étude 2 à 2
151/1	1	58	29,76	11,5198	Homogènes	12,9545	0,2234	Non Sign.	
	2	22	28,59	9,2057			0,5888		
	3	23	28,61	20,2500			0,5632		
151/6	3	50	29,68	15,2424	Homogènes	13,6157	0,2723	Non Sign.	
	6	27	28,62	10,5500			0,5043		
151/4	1	24	29,25	7,2391	Homogènes	14,0543	0,5856	Sign. $0,01 < P < 0,05$	Etamine nº 4 sign. différente des 3 autres
	2	19	29,84	15,2372			0,7397		
	3	18	29,72	13,6241			0,7808		
	4	24	26,54	20,2591			0,5856		
267/2	2	32	24,47	16,0635	Homogènes	15,5894	0,4872	Haut. Sign. $P < 0,01$	Etamine nº 2 sign. différente des 2 autres
	3	31	28,10	16,3570			0,5029		
	1	38	26,39	14,5697			0,4102		
267/5	2	22	28,36	25,5762	Homogènes	22,1683	1,0076	Haut. Sign. $P < 0,01$	Etamine nº 2 sign. différente des 2 autres
	3	36	24,56	24,6540			0,6158		
	1	40	23,00	18,1026			0,5542		

(1) Suivant la méthode de BARTLETT.

hétérogénétiques. Nous verrons au cours de la discussion qu'il peut en être de même chez *Triticum vulgare*. Le même phénomène peut se produire également entre les chromosomes de Blé et les chromosomes d'*Agropyrum* en donnant des associations allosyndétiques hétérogénétiques.

Ces associations sont très lâches (bivalents droits) et peuvent quelquefois ne pas se produire : en raison du faible degré d'homologie entre les différents chromosomes, on peut avoir des rapprochements sans interchange, ce qui conduit à des « bivalents » sans chiasma, se comportant en M_I comme des univalents. Nous avons en effet observé des « disjonctions précoces » se produisant dès la diacinèse, mais il nous a été impossible d'en faire l'analyse. Le degré d'association en M_I est donc très fluctuant.

Gaül (1953) étudiant le comportement moyen de quarante plantes F_1 *T. vulgare* × *A. intermedium* trouve une variabilité analogue, avec des moyennes d'association légèrement supérieures à celles que nous avons pu observer. Après avoir placé des plantes F_1 dans des conditions de végétation différentes (humidité, sècheresse), il constate une action de ces facteurs sur la fréquence des chiasmata.

Les autres stades de la méiose sont particulièrement aberrants : au stade correspondant à la télophase, on peut observer fréquemment des cellules asynaptiques ; en l'absence d'appariement, les univalents clivés se répartissent anarchiquement dans la cellule-mère, la membrane intercinétique ne se forme pas et l'on obtient des cellules polynucléées qui dégénèrent ensuite. Quelquefois, les univalents forment une plaque équatoriale secondaire et rejoignent aux pôles les bivalents déjà disjoints ; les cellules intercinétiques ainsi formées sont généralement très anormales. Les divisions II sont fort aberrantes : fragments, ponts, micronoyaux, granulations de chromatine plus ou moins rejetées hors des cellules, ponts de chromatine réunissant les différents noyaux d'une « spore ».

On constate ultérieurement la présence de nombreux micronoyaux et même, parfois, des micro-cellules surnuméraires. Tous les grains de pollen sont vides et les étamines sont indéhiscentes.

Nous avons également observé un certain nombre d'anomalies moins fréquemment signalées :

1° Des plasmodes.

2° Des cellules binucléées dont les deux noyaux ne sont pas au même stade de méiose : ces cellules contiennent généralement un noyau complet à évolution normale (photos 4, 5 et 6, pl. 31), particulièrement aisé à analyser en métaphase réductionnelle.

Les noyaux ou parties de noyaux surnuméraires sont la plupart du temps en voie de dégénérescence : noyaux avec chromatine fragmentée à l'extrême, formations chromatiniques de coloration intense généralement sphériques, chromosomes plus ou moins individualisés, micronoyaux

ou noyaux ayant conservé une structure prophasique. Certaines cellules présentent des phénomènes de caryomixie.

Si ces anomalies sont dues (comme l'ont pensé la plupart des auteurs qui les ont signalées) à des « erreurs » dans la formation du fuseau, il est possible que les membranes finissent par se former parfois dans des conditions anormales : certains chromosomes ou fragments de chromosomes se trouveraient bloqués à la jonction de deux cellules. Nous pouvons assimiler ces phénomènes à ceux qui ont été signalés ou décrits par une certain nombre d'auteurs :

— Marshall et Schmidt observent, en étudiant la méiose de quelques lignées stabilisées d'*Agrotricum*, des chromosomes surnuméraires isolés qui ont conservé une structure prophasique.

— Holden et Mota dans un hybride (*Avena barbata* × *Avena strigosa*) constatent la présence, dans un certain nombre d'anthères, de quelques cellules binucléées généralement groupées : l'un des noyaux, le plus central, aurait une évolution normale et contiendrait un stock complet de chromosomes, l'autre, périphérique, vraisemblablement complet, dégénèrerait au cours de la méiose pour finalement disparaître, puisque aucune cellule en D_{II} parmi les cellules observées ne présentait de noyau surnuméraire. Ils attribuent la présence de ces deux noyaux, dans une même cellule, à des « erreurs » de division des cellules préméiotiques, erreurs empêchant la formation de la membrane. Les deux noyaux génétiquement identiques entrant en compétition, l'un d'eux serait favorisé par rapport à l'autre en raison d'une différenciation du cytoplasme : ce phénomène serait assimilable à celui qui se produit dans le grain de pollen lors de la formation des noyaux végétatif et reproducteur et qui a été étudié par La Cour (1949).

d) Blés hexaploïdes × *A.* (*elongatum* 10x) (fig. 2 et 3, pl. 21).

En raison de ses affinités du point de vue morphologique avec l'*A. elongatum* ($2n = 14$), en raison également de l'intérêt agronomique de ses hybrides avec les Blés, nous avons réalisé et étudié un certain nombre d'hybrides F_1 avec *A.*(*elongatum* 10x).

1° *T. vulgare* var. Progress × *A.* (*elongatum* 10x) (souche 2) 420/5, 420/9, 420/19, 420/22, 420/24.

2° *A.* (*elongatum* 10x) (souche 1) × *T. vulgare* var. Progress, 168/1, 168/2.

L'étude du comportement en méiose des deux souches d'*Agropyrum* utilisées s'est révélée assez difficile en raison des nombreuses associations en chaînes. L'une de ces souches, d'ailleurs aneuploïde ($2n = 69$), a été analysée (*cf.* tableau X). La présence de multivalents (bivalent à ennéavalent) à disjonction aberrante entraîne la formation de gamètes aneuploïdes, mais étant donnée la haute « ploïdie » de cette espèce, la viabilité des gamètes et la fertilité des plantes n'en semblent pas affectées. Parmi

les F_1 *T. vulgare* × *A.* (*elongatum* 10x), quelques-unes sont aneuploïdes. Les nombres de chromosomes déterminés pour 18 plantes F_1 se répartissent ainsi : 14 plantes à $2n = 56$,3 plantes à $2n = 57$, 1 plante à $2n = 59$; pour six d'entre elles, nous avons analysé le comportement en méiose (*cf.* tableaux XXXIII et XXXIV).

L'autre souche d'*Agropyrum* (*elongatum* 10x) a $2n = 70$ chromosomes ; elle présente, malgré un comportement plus régulier, les mêmes associations en chaîne que la précédente, mais nous n'avons pu analyser suffisamment de cellules pour donner le comportement moyen en M_I. Deux plantes F_1, 168/1 et 168/2, toutes deux à 56 chromosomes, ont été étudiées de la même manière que les précédentes (*cf.* tableaux XXXIII et XXXIV).

Nos observations confirment dans l'ensemble les résultats obtenus antérieurement par Peto (1936) et par Simonet et de Cugnac (1953) ; la variabilité est analogue à celle qui a été constatée chez les hybrides (*T. vulgare* × *A. intermedium*) et nous pouvons l'attribuer aux mêmes causes : les associations chromosomiques sont vraisemblablement à la fois d'origine auto-et allosyndétique, étant donnée la faible proportion d'univalents rencontrée dans certaines cellules (8 à 47).

Aux autres stades de la méiose, les anomalies sont nombreuses : la fréquence d'association des chromosomes en métaphase I est nettement plus forte que chez les hybrides (*Triticum vulgare* × *A. intermedium*) ; cependant, le comportement au cours de la méiose est assez comparable. Les mêmes anomalies (plasmodes, cellules polynucléées, etc.) sont également présentes chez la plupart des F_1. Le pollen est partiellement fertile (0 à 50 p. 100 de grains normalement constitués). Ces différents hybrides donnent de rares grains en fécondation libre. Signalons toutefois une différence assez importante entre les plantes 420 et 168 ; chez les hybrides n° 420, les étamines sont mal développées et indéhiscentes, les plantes sont mâle-stériles : on ne peut obtenir des grains que par fécondation croisée. Dans la série 168, les étamines, bien développées, sont déhiscentes et il est possible d'obtenir quelques descendants par autofécondation.

4° Étude des générations ultérieures.

Si l'obtention d'hybrides entre les genres *Triticum* et *Agropyrum* est aisée, les F_1 obtenues sont la plupart du temps totalement stériles. La création à partir de ces croisements,de nouvelles espèces stables et fertiles, est indispensable si l'on envisage leur utilisation agronomique ; elle doit, de plus, nous permettre de mieux comprendre les relations phylogéniques entre les deux genres.

Afin de compléter les conclusions tirées de l'étude des F_1, nous pensons opportun de présenter les premiers résultats obtenus dans cette voie.

TABLEAU XXXIII. — *Étude du comportement moyen observé en M_1 chez différentes F_1* T. vulgare × A. (elongatum 10*x*)

Variété, espèce ou hybride F_1	N° de la plante	Nbre 2 *n*	Nbre de cellules analysées	I		II		III		IV		V		VI		VII	
				Extr.	Moy.	Extr.	Moy.	Extr.	Moy.	Extr.	Moy.	Extr.	Moy.	Extr.	Moy.	Extr.	Moy.
A. (elongatum 10x) ×	168/1	56	50	16–38	27,74	3–13	7,86	0–7	2,64	0–4	0,86	0–1	0,14	0–1	0,08	–	0
T. vulgare var Progress	168/2	56	50	8–28	15,96	5–19	11,04	0–6	2,56	0–3	1,46	0–3	0,72	0–1	0,14	–	0
T. vulgare var. Progress × A. (elongatum 10x)	420/5	57	50	9–27	18,24	5–13	10	0–6	2,76	0–5	1,50	0–3	0,72	0–1	0,10	0–1	0,04
	420/22	56	50	16–31	24,14	4–13	9,06	0–6	2,60	0–3	0,86	0–2	0,50	–	0	–	0
	420/9	57	50	15–41	25,92	3–17	9,14	0–6	1,92	0–4	1,22	0–2	0,36	0–1	0,06	–	0
	420/11	56	50	8–34	17,76	3–15	9,86	0–7	2,62	0–4	1,64	0–3	0,82	–	0	–	0
	420/19	59	50	9–38	20,18	6–22	11,46	0–5	2,60	0–5	1,14	0–2	0,66	0–1	0,04	–	0
	420/24	57	50	15–47	22,46	5–15	10,42	0–6	2,52	0–3	0,88	0–2	0,50	0–1	0,02	–	0
A. (elongatum 10x) *	2	69	21	0–3	1,04	14–26	19,9	0–2	0,76	0–7	2,71	0–2	0,81	0–2	0,52	0–3	0,76

* = + 0,19(0–1)$_{VIII}$ + 0,05(0–1)$_{IX}$ + 0,04(0–1)$_{XI}$

TABLEAU XXXIV. — *Étude du comportement méiotique des F_1* T. vulgare × A. (elongatum 10*x*) *(suite)*

	N° de la souche	Nbre 2 *n*	Nbre de cellules analysées	Nombre de II par cellule	% de chromosomes à l'état II	Fréquence des deux types de bivalents						Nombre de chiasmata			
						Droits		Anneaux		Fréquence en % du total		par cellule		par chromosome	par élément conjugué
						Extr.	Moy.	Extr.	Moy.	Droits	Anneaux	Moy.	Erreur stand.		
A. (elongatum 10x)	168/1	56	50	7,86	28,1	2–12	5,52	0–6	2,34	70,2	29,8	19,20	0,52	0,34	0,68
× T. vulgare var. Progress	168/2	56	50	11,04	39,4	2–13	5,90	1–12	5,14	53,4	46,6	29,86	0,47	0,53	0,74
T. v. Progress ×	420/5	57	50	10	35,1	4–11	6,80	0–8	3,20	68	32	27,38	0,47	0,48	0,70
× A. (elongatum 10x)	420/22	56	50	9,06	32,4	2–11	6,64	0–5	2,42	73,3	26,7	21,42	0,36	0,38	0,67
—	420/9	57	50	9,14	32,1	2–13	7,38	0–5	1,76	80,7	19,3	20,42	0,61	0,36	0,66
—	420/11	56	50	9,86	35,2	2–11	6,52	0–8	3,34	66,3	33,9	27,18	0,76	0,48	0,71
—	420/19	59	50	11,46	38,8	3–15	7,82	0–9	3,64	68,2	31,8	26,60	0,63	0,45	0,69
—	420/24	57	50	10,42	36,6	4–15	7,82	0–8	2,60	75	25	23	0,62	0,40	0,67

L'obtention de descendants à partir d'hybrides stériles ou mâle-stériles exige l'utilisation soit du recroisement, soit du doublement chromosomique.

Seul l'hybride *A.* (*elongatum* 10x) × *T. vulgare* var. Progress nous a donné quelques grains par autofécondation.

Recroisement par l'une des espèces parentes : quand il y a asyndèse totale ou presque totale, les rares gamètes viables qui peuvent se former sont des gamètes non-réduits. La formation de tels gamètes dans les organes mâles est sans conséquences en raison de l'indéhiscence des étamines ; par contre, en utilisant du pollen étranger, il est possible de « récupérer » les gamètes femelles viables. On pollinise en général par l'un des parents, celui dont on veut se rapprocher. Cette méthode est assez aléatoire avec les hybrides (*Triticum* × *Agropyrum*) en raison de la faible fréquence de gamètes femelles viables. Nous avons toutefois obtenu des plantes R_1 par ce procédé, dans les croisements *T. vulgare* × *A. intermedium* et *T. vulgare* × *A.* (*elongatum* 10x).

Création d'amphidiploïdes [1] : on les obtient généralement par traitement des F_1 à la colchicine. Cette technique permet théoriquement d'obtenir rapidement des plantes fertiles, le doublement du stock chromosomique entraînant un appariement normal au moment de la réduction chromatique. Il est de plus toujours possible (et plus aisé que dans le cas précédent) de recroiser les plantes ainsi obtenues, si, pour une raison quelconque, on désire se rapprocher de l'un des parents. Cette technique, *a priori* plus simple que la précédente, n'est pas toujours utilisable.

a) Etude des descendants issus de recroisements.

Les traitements à la colchicine ne nous ayant pas donné jusqu'ici de bons résultats dans le cas des croisements *T. vulgare* × *A. intermedium* et *T. vulgare* × *A.* (*elongatum* 10x), nous avons procédé par recroisement direct sur les F_1 en utilisant comme parent récurrent le Blé.

— *Triticum vulgare* × *A. intermedium* (fig. 3 et 4, pl. 41).

Les résultats des recroisements effectués sur les F_1 sont résumés dans le tableau XXXV. Le pourcentage de réussite est très faible : 7,4 p. 1 000 grains obtenus, 4,4 p. 1 000 plantes viables. Toutes ces plantes sauf une proviennent de gamètes femelles non-réduits ou très partiellement réduits (*cf.* tableau XXXV), elles sont pérennes mais morphologiquement beaucoup plus voisines du Blé que les F_1. Seuls les hybrides (*T. vulgare* var. Vilmorin 27 × *A. intermedium*) × *T. vulgare* var. Vilmorin 27 ont fait l'objet d'une étude cytogénétique (fig. 1 à 5, pl. 19).

[1] Amphidiploïde est donné ici dans un sens différent de celui adopté par CLAUSEN, KECK et HIESEY. Il désigne toute espèce nouvelle obtenue en doublant artificiellement le nombre de chromosomes des hybrides F_1. Il a généralement été utilisé dans ce sens en ce qui concerne les Blés × Chiendents, quel que soit le degré de ploïdie des espèces parentes.

Parmi les plantes analysées, deux plantes (14/2 et 14/3), provenant de la F_1 135/6 à $2n = 43$ chromosomes, sont sesquidiploïdes ; elles ont $2n = 64$ chromosomes, elles doivent donc vraisemblablement provenir de la fécondation d'un gamète femelle non-réduit ($n = 43$) par un gamète mâle normal ($n' = 21$). Nous pouvons, par conséquent, nous attendre à une amélioration sensible de la fertilité, puisque ces plantes ont retrouvé le stock diploïde des chromosomes du Blé. Vue l'autopolyploïdie partielle de l'*Agropyrum*, il devrait y avoir plus de 21_{II} à la M_I (21_{II} du Blé + 0 à 7_{II} de l'*Agropyrum*). Les associations observées sont de cet ordre : 20 à 27_{II} avec une moyenne de 22,64 à $24,30_{II}$ par cellule (*cf.* tableaux XXXVII et XXXVIII). Notons également la présence de quelques trivalents et quadrivalents qui pourraient provenir d'associations allosyndétiques entre chromosomes de Blé et chromosomes d'*Agropyrum*.

Tableau XXXV

Résultats du recroisement des F_1
(T. vulgare × A. intermedium) *par* T. vulgare.

F_1 utilisée comme mère	N° de la souche F_1	Nbre de chromosomes de la F_1	Parent mâle Triticum vulgare	Nombre de fleurs pollinisées	Nombre de grains obtenus	Nb. de plantes R_1 viables	Nbre de chromosomes des R_1 $2n$ =
Vilmorin 27	135/3	42	Vilmorin 27	160	0	–	
× A. intermedium	135/5	42	Cappelle	114	3	2	57–62
—	135/5	42	Magdalena	64	0	–	
—	135/6	43	Vilmorin 27	264	4	3	64–64–45
—	135/6	43	Magdalena	32	1	1	65
—	265/5	42	Vilmorin 27	108	1	1	62
—	265/7	42	(80 × Etoile de Choisy)	290	0	–	
Magdalena	137/2	42	Magdalena	64	0	–	
× A. intermedium	137/3	42	Magdalena	196	1	1	63
Hybride de Bersée	149/1	42	H. de Bersée	28	0	–	
× A. intermedium	149/4	42	H. de Bersée	130	1	1	
—	149/4	42	Cappelle	62	0	–	
—	149/5	42	Cappelle	30	5	0	
—	149/5	42	Dr. Mazet	14	0	–	
Dr. Mazet	151/1	42	Dr. Mazet	222	1	1	
× A. intermedium	151/2	42	Dr. Mazet	26	0	–	
—	151/4	42	Dr. Mazet	156	0	–	
—	151/7	41	Dr. Mazet	114	0	–	
—	267/2	42	Dr. Mazet	138	0	–	
Progress × A. intermedium	429/1	42	Cappelle	82	0	–	
Total	20 plantes			2.294	17	10	

Ces deux plantes R_1 présentent encore des anomalies à la méiose (univalents retardataires, ponts d'inversion hétérozygote, micronoyaux à

l'intercinèse, micronoyaux dans les tétrades, cellules-mères à nombres réduits). Ces plantes sont toutefois très fertiles : 34,33 et 35,18 grains par épi, soit 1,86 et 1,92 grains par épillet en autofécondation. Les grains semés ont donné des plantes viables mais extrêmement diverses.

Ces plantes sont pour la plupart pérennes et généralement assez fertiles. Sur 200 plantes semées au cours de l'hiver 1953, et fauchées après une première récolte en août 1954, il y avait :

26 plantes annuelles,

28 plantes plus ou moins pérennes qui ont donné des repousses, ont végété jusqu'au printemps 1955 et sont mortes avant d'épier,

146 plantes pérennes.

Elles présentent des fertilités bien différentes : pour 27 d'entre elles, nous avons pu déterminer le nombre de grains par fleur en fécondation libre et parfois en autofécondation (10 épis dans chaque cas). Nous avons observé des fertilités moyennes allant de 0 à 0,59 grain par fleur. Nous n'avons pas trouvé de différence entre la fertilité en autofécondation et la fertilité en fécondation libre (*cf.* tableau XXXVI).

TABLEAU XXXVI

Constitution du pollen et fertilité chez les plantes F_2 de la R_1
(T. vulgare × A. intermedium) × T. vulgare

Nombre de grains par fleur	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
0,60			+											+		
0,55											+					
0,50	+						+				+					+
0,45							+					++		+		+
0,40											++		+			
0,35												+				
0,30																
0,25									+					+		
0,20																+
0,15					+											
0,10			+													

% de pollen normalement constitué

Étant donné le nombre des univalents observés à la méiose de la F_1 de R_1 (3 à 21 avec une moyenne de 9,4 à 14,1 par cellule), nous pouvions attendre à la F_2 de R_1, une disjonction chromosomique importante.

Nous avons déterminé le nombre de chromosomes de 100 plantes F_2 de R_1. L'histogramme de la planche n° 20 en donne la répartition :

79 plantes ont $56 \leqslant 2n \leqslant 63$ chromosomes,
10 plantes ont $2n = 64$ chromosomes comme la F_1 de R_1.
11 plantes ont $65 \leqslant 2n \leqslant 70$ chromosomes.

Il y a donc une légère diminution du nombre de chromosomes puisque les gamètes recombinés donnent 79 p. 100 de plantes dont le nombre de chromosomes est inférieur à celui de la F_1 de R_1. Signalons cependant que l'élimination des chromosomes non appariés doit s'effectuer très lentement : plus de 60 p. 100 des plantes ont entre 60 et 64 chromosomes (la moyenne est 61,32). Si nous faisons abstraction des échanges possibles entre les génomes des genres *Triticum* et *Agropyrum*, en adoptant la formule établie antérieurement pour *A. intermedium*, nous pouvons admettre pour les plantes F_1 de R_1 $\frac{14}{2}$ et $\frac{14}{3}$ la formule génomique :

$$\frac{A\,B\,D\,(E_1\,E_2\,N_1 + 1)}{A\,B\,D}$$ (compte tenu du chromosome supplémentaire).

Celle-ci nous permet de constater que des autofécondations répétées conduiront à la stabilisation de plantes ayant environ 56 chromosomes, soit 3 génomes du Blé et un génome E maintenu parce que des associations autosyndétiques se produiront entre E_1 et E_2. Il sera donc probablement nécessaire, si l'on veut revenir à des « Blés » à 42 chromosomes, de recroiser au moins une seconde fois pour réduire à l'état d'univalents les chromosomes des génomes E.

Les plantes F_1 de R_2 issues d'un second recroisement de la R_1 par Vilmorin 27 accusent par rapport aux F_2 de R_1 une diminution du nombre de chromosomes assez importante ($2n = 48$ à 55). Elles se rapprochent morphologiquement du parent Blé. Elles sont néanmoins encore extrêmement diverses : sur les 18 plantes semées au cours de l'hiver 1953 et fauchées après une première récolte en août 1954, il y avait :

1 plante annuelle,
8 plantes qui sont mortes au cours du printemps 1955,
9 plantes pérennes.

Elles sont également plus ou moins fertiles : la plus fertile a donné 33,7 grains par épi en autofécondation.

Nous avons également obtenu une troisième plante F_1 de R_1, la plante 14/4 ($2n = 45$ chromosomes) ; celle-ci a présenté un comportement méiotique beaucoup plus aberrant (*cf.* tableau XXXVII) ; de nombreux chromosomes de Blé semblent avoir été éliminés dans le gamète femelle ($n = 24$) si l'on en juge par le nombre des univalents (18,2 en

Tableau XXXVII

Appariements moyens observés chez les descendants amphidiploïdes et F_1 *de* R_1 *de quelques hybrides* (Triticum × Agropyrum).

	N° de culture	Nombre *2n*	Nombre de cellules analysées	I		II		III		IV		V		VI	
				Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne
Amphidiploïde															
T. dicoccum × A. intermedium C_2.	513/1	70	50	0-9	3,50	25-35	32,08	0-2	0,22	0-3	0,42	—	0	—	0
	513/4	70	50	0-6	2,72	28-35	31,96	0-2	0,42	0-2	0,50	0-1	0,02	—	0
	513/27	70	61	0-14	2,56	28-35	32,40	0-2	0,16	0-2	0,47	0-1	0,03	0-1	0,02
	513/47	70	57	0-18	3,84	26-35	31,66	0-2	0,21	0-2	0,53	0-1	0,02	—	0
Amphidiploïde															
T. Timopheevi × A. intermedium C_1	28/14	69 + f	43	0-15	5,49	25-34	31,46	0-1	0,07	0-1	0,09	—	0	—	0
T. Timopheevi × A. intermedium C_2	514/5	69	44	1-21	10,36	24-34	28,57	0-3	0,32	0-1	0,13	—	0	—	0
	514/14	71	50	3-17	9,46	24-34	29,20	0-3	0,66	0-2	0,26	—	0	—	0
	514/19	66	50	4-18	10,02	22-31	26,94	0-3	0,46	0-2	0,18	—	0	0-1	0,02
	515/39	68	50	2-20	8,46	20-32	28,64	0-2	0,22	0-2	0,40	—	0	—	0
F_1 de R_1															
(T. vulgare V. 27 × A. intermedium F_1 135/6 à *2n* = 43) × V. 27 ...	14/2 (1953)	64	16	8-17	12,94	20-27	22,64	0-3	0,81	0-2	0,75	—	0	0-1	0,06
	14/2 (1954)	64	50	3-14	9,40	20-27	24,30	0-2	0,66	0-2	0,98	0-1	0,02	—	0
	14/3 (1953)	64	11	10-21	14,10	20-27	23,36	0-2	0,82	0-1	0,18	—	0	—	0
	14/4 (1953)	45	24	15-23	18,20	8-15	11,17	0-3	1,21	0-2	0,17	—	0	—	0
F_1 de R_1															
[A. (elong. 10*x*) × T. v. Progress] × Progress	131/1	48	16	11-20	15,10	5-13	8,31	1-6	4,25	0-2	0,87	—	0	—	0
[T. v. Progress × A. (elong. 10*x*)] × Progress.....	132/1	51	26	8-18	12,34	14-19	16,03	0-5	2,19	—	0	—	0	—	0

moyenne par cellule : 15 à 23) observés en M_1. Cette plante est morte au bout d'un an sans donner de descendants.

— *T. vulgare* var. Progress × *A.* (*elongatum* 10x) et *A.* (*elongatum* 10x) × *T. vulgare* var. Progress (fig. 4 et 5, pl. 21).

Les plantes F_1 de R_1 131 et 132 issues du recroisement des F_1 420/5 et 168/2 par le Blé Progress ont respectivement 48 et 51 chromosomes. Elles proviennent de gamètes femelles partiellement réduits (*cf.* tableau XXXVII).

La plante F_1 de R_1 n° 131 est très stérile, sa méiose est irrégulière : près de 27 p. 100 des chromosomes sont associés sous forme de trivalents ($4{,}25_{III}$) et environ 30 p. 100 sont à l'état d'univalents ($15{,}1_I$).

La plante F_1 de R_1 n° 132 présente une méiose plus régulière bien que le nombre moyen des univalents soit encore élevé ($12{,}04_I$, soit près de 25 p. 100 des chromosomes). Cette plante est un peu plus fertile que la précédente (0 à 13 grains par épi en autofécondation).

L'importance relative de l'autosyndèse et de l'allosyndèse chez ces plantes provenant de la fécondation de gamètes femelles partiellement réduits est difficile à déterminer. La plante 131 est vraisemblablement issue d'un gamète femelle ayant éliminé la majeure partie des chromosomes du Blé, puisque les associations observées sont relativement faibles.

Ces deux plantes sont pérennes : la plante 131, hautement stérile, n'a donné aucun descendant, ni en autofécondation (129 fleurs autofécondées pour 0 grain), ni en recroisement par *T. vulgare* var. Progress (168 fleurs recroisées pour 0 grain). La plante 132 a donné quelques descendants par recroisement avec *T. vulgare* var. Progress (168 fleurs recroisées ont donné 10 grains et 6 plantes) d'une part, par autofécondation (80 fleurs autofécondées ont donné 29 grains et 16 plantes) d'autre part. Les plantes obtenues dans les deux cas présentent une grande variabilité morphologique. Certaines d'entre elles sont très fertiles : la plus fertile a donné 38 grains par épi en autofécondation.

b) **Etude des amphidiploïdes.**

Technique d'obtention : les techniques qui nous ont permis d'obtenir des amphidiploïdes ont été décrites antérieurement (Cauderon, 1954). Pour l'ensemble des traitements effectués, les résultats positifs sont détaillés dans le tableau XXXIX. Les amphidiploïdes suivants ont été obtenus et multipliés par semis :

(*T. Timopheevi* × *A. intermedium* 75) F_1 n° 28 amphidiploïde n° 514.

(*T. Timopheevi* × *A. intermedium* 104) F_1 n° 29 amphidiploïde n° 515.

(*T. dicoccum* × *A. intermedium* 506) F_1 n° 25 amphidiploïde n° 513.

(*T. persicum* × *A. intermedium* 75) F_1 n° 26 amphidiploïde n° 81.

(*T. vulgare* var. Dr Mazet × *A. intermedium*) F_1 n° 151 amphidiploïde n° 78.

Tableau XXXVIII

Etude du comportement méiotique : 1) *Amphidiploïdes issus des* F_1 *entre* T. dicoccum *ou* T. Timopheevi *et* A. intermedium 2) F_1 *de* R_1 (T. vulgare *var. V.* 27 × A. intermedium) × *V.* 27.

	N° de la souche	Nombre *2n*	Nombre de cellules analysées	Nombre de II par cellule	% de chromosomes à l'état II	Fréquence des deux types de bivalents						Nombre de chiasmata			
						Droits		Anneaux		Fréquence en % du total		Par cellule		Par chromosome	Par élément conjugué
						Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Droits	Anneaux	Moyenne	Erreur stand.		
Amphidiploïde T. dicoccum × A. intermedium C_2..	513/1	70	50	32,08	91,7	3-15	7,66	16-31	24,42	23,9	76,1	58,28	0,51	0,83	0,88
	513/4	70	50	31,96	91,3	3-14	7,40	18-30	24,56	23,2	76,9	58,96	0,44	0,84	0,88
	513/27	70	61	32,40	92,6	3-14	7,64	16-32	24,76	23,6	76,4	59,23	0,51	0,85	0,88
	513/47	70	57	31,66	90,5	4-13	8,22	15-30	23,44	26,0	74,0	57,79	0,59	0,82	0,87
Amphidiploïde T. Timopheevi × A. intermedium C_1	28/14	69 + *f*	43	31,46	91,2	8-17	10,95	12-25	20,51	34,8	65,2	52,53	0,61	0,76	0,83
T. Timopheevi × A. intermedium C_2	514/5	69	44	28,57	82,8	5-18	10,89	10-28	17,68	38,1	61,9	47,52	0,98	0,69	0,81
	514/14	71	50	29,20	82,2	5-14	10,36	11-24	18,84	35,5	64,5	50,36	0,57	0,71	0,82
	514/19	66	50	26,94	81,6	4-14	8,72	13-23	18,22	32,4	67,6	46,78	0,53	0,71	0,84
	515/39	68	50	28,64	84,2	6-15	10,88	10-25	17,76	38,0	62,0	48,18	0,68	0,71	0,83
F_1 de R_1 (V. 27 × A. intermedium) × Vilm. 27	14/2 (1954)	64	50	24,30	75,9	1-12	5,24	12-26	19,06	21,6	78,4	48,30	0,39	0,75	0,88

Tableau XXXIX

Obtention des amphidiploïdes par traitement des F_1 à la colchicine

	T. dicoccum × A. intermedium			T. persicum × A. intermedium			T. Timopheevi × A. intermedium			T. vulgare × A. intermedi.		
	traitées	touchées	mortes	traitées	touchées	mortes	traitées	touchées	mortes	traitées	touch.	mortes
2 badigeonnages 0,025 %	10	5	1	5	0	0	11	0	6			
1 badigeonnage 0,04 %	23	5	3	8	0	1	31	2	9			
2 badigeonnages 0,04 %	—	—	—	14	0	2	16	2	10			
2 badigeonnages 0,05 %	12	3	2	10	0	0	10	1	6			
Trempage des graines, 0,04 %	36	4	24	22	0	8	46	2	21	45	5	28
Trempage des graines, 0,05 %	26	7	15	120	7	95						
Trempage des plantes, 0,3 %	3	0	3	10	0	3	13	0	10			

Badigeonnages : Application d'une goutte de colchicine en solution aqueuse sur le coléoptile, dès la germination en boîtes de Pétri (1 traitement ou 2 à 48 heures d'intervalle).

Trempage des grains : Les grains sont immergés dans l'eau ordinaire pendant 3 heures, mis à germer en boîtes de Pétri dans une solution aqueuse de colchicine pendant 24 h., puis mis en terre (Dommerges, 1951)

Trempage des plantes : Les plantes sont immergées dans une solution aqueuse de colchicine à 0,3 % pendant 28 heures (Pope et LOVE, 1952).

Les croisements suivants ont été traités sans succès :

T. durum mahmoudi × *A. intermedium* (46 grains traités).

T. Timopheevi × *A. campestre* (29 grains traités).

T. vulgare var. V. 27 × *A. intermedium* (61 grains traités).

T. vulgare var. Progress × *A.* (*elongatum* 10x) (20 plantes traitées).

DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DES AMPHIDIPLOIDES (*cf.* épis pl. 40 fig. 1 et 2).

Les premiers amphidiploïdes entre les Blés tétraploïdes et *Agropyrum intermedium* ont été obtenus et décrits en Russie par KHIZNIAK (1937). (Cet auteur les obtint en autofécondant les F_1), au Canada par PETO (1939, 1940, 1942), ARMSTRONG et MAC LENNAN (1944), aux États-Unis par POPE et LOVE (1952), en Angleterre par BELL et SACHS (1953).

Pour l'ensemble de leurs caractères morphologiques, ces plantes amphidiploïdes restent assez voisines des hybrides F_1 dont elles sont issues. Elles en ont conservé la pérennité et la souche traçante, caractères hérités du parent *Agropyrum* ; elles accusent en outre :

— une légère diminution de vigueur (hauteur moyenne plus faible, tallage herbacé moins abondant),

— une allure plus grossière : feuilles plus épaisses et plus larges, tiges plus grosses,

— une croissance et un développement légèrement plus lents (particulièrement entre le semis et la montée), d'où une tardivité légèrement accrue (cinq à six jours de retard à la floraison),

— un accroissement notable de la fertilité : on trouvera dans le tableau XL les fertilités de quelques-uns de ces amphidiploïdes. Les grains obtenus, intermédiaires entre ceux des deux parents, sont nettement plus gros que ceux de l'*Agropyrum*,

— une stabilisation à tous points de vue.

Ces amphidiploïdes, à végétation presque continue, donnent un fourrage abondant et leur rythme de végétation est décalé par rapport à celui des graminées fourragères classiques.

L'amphidiploïde (*T. vulgare* × *A. intermedium*) a été rarement signalé ; PETO (1939) soumet des F_1 (*T. vulgare* var. Kharkov × *A. glaucum*) à des chocs de température et obtient un certain nombre de plantes à $2n = 84$ chromosomes ; il n'a, sauf erreur, donné aucune autre indication. POPE et LOVE (1952) traitent à la colchicine une plante F_1 (*T. macha* × *A. trichophorum*) à $2n = 41$ chromosomes. Ils obtiennent ainsi une descendance dont les nombres de chromosomes se stabilisent au voisinage de $2n = 82$ chromosomes.

Nous avons doublé, par traitement de grains F_1 à la colchicine, l'hybride (*T. vulgare* var. Docteur Mazet × *A. intermedium*).

Parmi les cinq plantes touchées décelables à la déhiscence de leurs anthères, une seule a donné huit grains, et les huit plantes obtenues se

Tableau XI

Étude comparative de la fertilité de quelques plantes des deux amphidiploïdes (T. dicoccum × A. intermedium) et (T. Timopheevi × A. intermedium) (Mesures effectuées sur 10 épis par plante, 1955)

(T. dicoccum × A. intermedium) Amphidiploïde C2				(T. Timopheevi × A. intermedium) Amphidiploïde C2			
Nbre d'épillets par épi	Nombre de fleurs par épi	Nombre de grains par épi	Nombre de grains par fleur	Nombre d'épillets par épi	Nombre de fleurs par épi	Nombre de grains par épi	Nombre de grains par fleur
17,7	42,8	35,9	0,84	15,1	44,8	13,5	0,30
17,0	36,7	28,0	0,76	14,7	41,1	10,8	0,26
18,4	43,5	34,8	0,80	15,5	43,9	16,2	0,37
17,5	44,9	36,1	0,80	15,4	40,6	5,4	0,13
20,2	49,8	28,9	0,58	13,6	37,0	13,0	0,35
16,7	38,1	29,2	0,77	13,7	34,6	19,9	0,58
20,6	46,9	23,5	0,50	15,8	41,2	11,2	0,27
19,1	47,2	29,5	0,63	14,7	41,6	23,5	0,56
18,8	46,6	31,1	0,67	15,0	41,8	6,0	0,14
17,1	45,0	36,0	0,80	14,7	45,1	2,6	0,06
19,0	48,8	39,5	0,81	12,8	29,1	0,6	0,02
19,0	46,7	22,9	0,49	18,6	54,4	19,5	0,36
18,8	48,8	33,4	0,68	14,5	51,7	13,9	0,27
18,1	44,2	33,6	0,76	15,2	52,5	24,1	0,46
17,6	42,6	32,6	0,77	14,1	46,7	26,9	0,58
19,3	49,2	27,1	0,55	13,1	40,2	3,4	0,08
17,7	44,2	35,5	0,80	14,2	46,8	21,2	0,45
17,4	43,2	32,3	0,75				
18,3	44,9	31,7	0,71	14,7	43,1	13,6	0,31

développent mal. Elles sont morphologiquement assez voisines des F_1 dont elles proviennent. Elles présentent néanmoins une diminution de vigueur considérable et un développement beaucoup plus lent : au cours de la première année, une seule a monté et donné un épi. Elles ont été éclatées et les clones obtenus ont fleuri et mûri au cours de la seconde année. Leur tallage est abondant mais les feuilles et les talles jaunissent prématurément.

Nous avons pu noter un léger accroissement de la fertilité, mais il est bien inférieur à celui que l'on pouvait attendre après doublement du stock chromosomique ; c'est ainsi, par exemple, que nous avons obtenu pour l'ensemble de ces clones :

en autofécondation : 1 grain pour 884 fleurs (1,1 p. 1 000),

en fécondation libre : 10 grains pour 2 630 fleurs (3,8 p. 1 000),

en recroisement avec *T. vulgare* var. Docteur Mazet : 11 grains pour 1 024 fleurs (10,8 p. 1 000).

ÉTUDE CYTOGÉNÉTIQUE.

1° *T. dicoccum* × *A. intermedium* (fig. 6, pl. 32).

Aucune plante C_1 n'a pu être analysée en méiose. Les descendants C_2 issus de l'autofécondation des épis C_1 amphidiploïdes se sont révélés assez stables. Nous avons pu déterminer avec précision le nombre de chromosomes somatiques de 33 plantes (*cf.* planche 23) : environ 45 p. 100 d'entre elles ont 70 chromosomes.

L'étude de quatre plantes C_2 à 70 chromosomes permet de constater une nette régularisation de la méiose (*cf.* tableaux XXXVII et XXXVIII) ; on n'observe pratiquement que des bivalents (31,66 à $32{,}40_{II}$ en moyenne dont 23,44 à $24{,}76_{II}$ en anneaux). La fréquence des trivalents et des quadrivalents est très faible (0,16 à $0{,}42_{III}$ et 0,42 à $0{,}53_{IV}$). Elle est supérieure à celle que nous avions observée chez *A. intermedium* souche 506, ($0{,}1_{III}$ et $0{,}12_{IV}$), mais elle est inférieure à celle que laissait prévoir l'étude méiotique des F_1. Dans ce cas encore, l'appariement préférentiel invoqué antérieurement peut avoir joué et réduit le pourcentage des quadrivalents. La présence occasionnelle de quinquavalents et de sexavalents est vraisemblablement due à des remaniements structuraux (la plante 513/4 possède, de plus, un chromosome ayant subi une forte délétion).

Les autres stades de la méiose, A_I, T_I et D_{II} présentent quelques anomalies ; les tétrades possèdent généralement un nombre assez abondant de micronoyaux (0 à 5 micronoyaux par tétraspore).

Dans toutes les plantes étudiées, nous avons également observé des chimères chromosomiques analogues à celles que nous avons décrites chez l'hybride (*Hordeum bulbosum* × *Hordeum secalinum*) (Y. et A. CAUDERON, 1956). Les cellules-mères aberrantes sont fréquentes. Elles sont toujours à nombre « réduit » par rapport au nombre le plus souvent ob-

servé, qui correspond d'ailleurs au nombre déterminé dans les racines. Elles semblent évoluer plus lentement que les cellules normales et se trouvent souvent en M_I au milieu de divisions II. Elles présentent, malgré leur nombre réduit, une méiose à déroulement normal : les chromosomes s'associent en M_I (dans certaines cellules, ils n'ont pas subi une contraction normale), les univalents parfois assez nombreux viennent se placer en plaque équatoriale secondaire. Les autres stades de la méiose n'ont pu être suivis avec précision, mais nous avons observé, parmi les divisions II, de petites cellules présentant de nombreuses anomalies (univalents retardataires, micronoyaux, noyaux coupés par la membrane, ponts de chromatine).

Nous avons pu étudier la répartition des nombres de chromosomes et le comportement méiotique de 97 cellules analysées sur trois plantes différentes, 513/1, 513/27 et 513/47 (*cf.* tableau XLI).

Tableau XLI

Fréquence d'apparition des cellules-mères du pollen à nombres réduits chez l'amphidiploïde T. dicoccum × A. intermedium *(97 cellules observées)*

$2n$ =.....	14	17	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Fréquence ..	1	1	1	2	2	3	4	2	1	3	2	2	3	1	2	1	1	1	2
$2n$ =.....	37	38	39	41	42	43	44	45	46	47	49	50	51	54	55	56	57	60	
Fréquence ..	3	1	4	5	6	4	6	3	2	3	1	11	4	1	1	2	4	1	

Nous n'avons pas envisagé l'étude du déterminisme de ce phénomène. Sachs (1952) fait des constatations analogues en étudiant des amphidiploïdes Blé × *Aegilops*. (Chose curieuse, il n'observe pas la présence de ces cellules-mères aberrantes chez l'amphidiploïde *T. dicoccum* × *A. intermedium*). Il attribue ces anomalies à des erreurs dans la formation du fuseau et de la membrane des cellules préméiotiques. Elles ne peuvent provenir de l'action de la colchicine puisque nous les avons observées également dans les plantes F_1 de R_1 14/2 et 14/3. Nous pensons plutôt à un déséquilibre physiologique de ces plantes, plus marqué peut-être au niveau des organes sexuels. Les gamètes anormaux ainsi formés ont peu de chances de survivre et de jouer un rôle évolutif important. Ils peuvent tout au plus affecter légèrement la fertilité des plantes.

Chez toutes les plantes étudiées, les étamines sont déhiscentes et contiennent un pollen peu abondant ; 75 p. 100 des grains sont normalement constitués, les autres sont petits et vides ; ils pourraient provenir en partie des cellules-mères à nombres réduits. La fertilité de ces amphidiploïdes est satisfaisante (*cf.* tableau XL).

2° *T. Timopheevi* × *A. intermedium* (fig. 5, pl. 32).

Deux séries amphidiploïdes différentes ont été produites :

Série 514, issue des F_1 n° 28 elles-mêmes obtenues à partir d'*A. intermedium* n° 104.

Série 515, issue des F_1 n° 29 elles-mêmes obtenues à partir d'*A. intermedium* n° 75.

Bien qu'assez fertiles et morphologiquement aussi stables que les amphidiploïdes (*T. dicoccum* × *A. intermedium*), les C_2 (*T. Timopheevi* × *A. intermedium*) ont des nombres de chromosomes beaucoup plus divers : sur 28 plantes, dont le nombre chromosomique a été déterminé avec précision, une seule a $2n = 70$ chromosomes (*cf.* pl. 23). En méiose, (*cf.* tableaux XXXVII et XXXVIII), le nombre d'univalents est également plus élevé (environ triple). Les souches d'*Agropyrum* utilisées dans ces croisements avec *Timopheevi* ont un comportement en méiose plus anormal que celui de la souche 506 utilisée dans le croisement (*T. dicoccum* × *A. intermedium*) : il est possible d'invoquer cette cause pour expliquer le comportement différent de ces deux groupes d'amphidiploïdes. De plus, pour la plante 28/14, nous avons eu la possibilité d'étudier des épis F_1 à $2n = 35$ et C_1 à $2n = 69 + f$. Quelques-unes des cellules-mères des épis F_1 à $2n = 35$ présentaient un petit fragment visible en M_I et les cellules-mères des épis C_1 analysés possédaient 69 chromosomes et un fragment supplémentaire, fragment généralement présent à l'état univalent comme un chromosome ayant subi une très importante délétion. Il n'est pas impossible que des remaniements structuraux de cet ordre interviennent également pour perturber la méiose et la répartition normale des chromosomes entre les gamètes.

Nos observations confirment dans l'ensemble celles des précédents auteurs : Peto (1940) étudiant (*T. dicoccum* × *A. glaucum*) trouve toutefois des disjonctions plus importantes dans les C_2 ($2n = 64$ à 70 chromosomes avec des moyennes allant de 27,55 à $30{,}9_{II}$ par cellule selon les plantes analysées).

Armstrong et Mac Lennan (1944) observent des variations analogues chez l'amphidiploïde (*T. turgidum* × *A. glaucum*) : $2n = 64$ à 69 chromosomes avec des moyennes de 20,6 à 32_{II} par cellule.

Pope et Love (1952) étudient les amphidiploïdes :

(*T. durum* × *A. trichophorum*).

(*T. Timopheevi* × *A. trichophorum*)

et observent des moyennes variant de 29,2 à $33{,}1_{II}$ dans les C_1 et constatent dans les C_2 la même amplitude de variation chromosomique que les auteurs précédents.

Sachs (1952) obtient une moyenne beaucoup plus voisine des 35_{II} attendus ($34{,}38_{II}$), mais la souche d'*Agropyrum* qu'il a utilisée présente une très grande régularité en M_I.

3° *T. vulgare* var. Docteur Mazet × *A. intermedium* (*cf.* photos 1 et 2, pl. 33).

Cinq plantes C_2 ont été étudiées ; aucune ne possède le nombre diploïde attendu : $2n = 84$; nous avons analysé quatre plantes à $2n = 80$, une plante à $2n = 81$; une plante, morte sans épier, avait $2n = 77$ chromosomes.

La méiose est irrégulière ; de plus, tous les stades sont généralement observables dans une même étamine. Le comportement méiotique de chacune des plantes analysées en M_1 est indiqué dans les tableaux XLII et XLIII. Il est caractérisé par :

— une fréquence très élevée et inattendue du nombre des univalents : 9,94 à 15,58$_1$ en moyenne par cellule, avec une amplitude de variation de 3 à 25 ;

— des associations chromosomiques analogues à celles que nous avons observées chez l'amphidiploïde (*T. dicoccum* × *A. intermedium*). Les autres stades de la méiose sont caractéristiques d'hybrides ; nous avons noté :

A L'A_I :

des univalents groupés en plaque équatoriale secondaire, qui se clivent et se répartissent par chromatides à chacun des pôles ;

des ponts d'inversion hétérozygote (pour la plante 78/3, nous avons observé 33 cellules normales, 1 cellule avec un pont, 1 cellule avec 2 ponts, 1 cellule avec 3 ponts).

A LA T_I. — Un noyau principal se constitue à chacun des pôles. Il englobe quelques-uns des univalents retardataires, les autres restant isolés près du noyau principal et donnant des micronoyaux satellites.

DANS LES D_{II}. — Les chromatides issues des divisions I se répartissent au hasard à chacun des pôles, certains restent sur le fuseau et les tétrades ainsi formées sont irrégulières et contiennent généralement quelques micronoyaux supplémentaires (4,79 micronoyaux en moyenne par cellule). Nous avons également observé quelques micro-cellules surnuméraires (0 à 3 micro-cellules dans 16 p. 100 des cas).

Le pourcentage de pollen normalement constitué est très faible (5 à 30 p. 100 de grains normaux observés), et les étamines sont généralement indéhiscentes. Le comportement méiotique seul ne permet pas d'expliquer une telle stérilité ; celle-ci pourrait être due à deux autres causes : incompatibilités d'ordre génique dans les gamètes recombinés, présence de plasmodes et de cellules-mères du pollen à nombres réduits. Ces deux derniers types d'anomalies sont en effet très fréquents. Les cellules à nombres réduits sont souvent ininterprétables ; elles contiennent des chromosomes qui n'ont pas toujours subi un enroulement normal et qui se présentent parfois sous forme de longs filaments enchevêtrés. Elles se présentent tantôt isolées, tantôt en plages importantes. Dans

Tableau XLII

Étude du comportement méiotique des amphidiploïdes C_2 issus des F_1 (T. vulgare *var. Dr Mazet* × A. intermedium)

N° de culture	Nombre *2n*	Nombre de cellules analysées	I		II		III		IV		V	
			Extrê.	Moyenne	Extrê.	Moyenne	Extrê.	Moyenne	Extrê.	Moyenne	Extrê.	Moyenne
78/2	80	50	6–18	11,24	28–36	33,62	0–2	0,32	0–1	0,14	–	0
78/3	81	50	3–25	10,22	28–39	34,48	0–2	0,28	0–2	0,22	0–1	0,02
78/4	80	50	6–16	9,94	31–37	34,20	0–1	0,26	0–1	0,22	–	0
78/5	80	50	6–20	12,02	28–37	33,30	0–1	0,14	0–1	0,24	–	0
78/6	80	50	8–24	15,58	26–36	31,10	0–2	0,42	0–1	0,24	–	0

Tableau XLIII

Étude du comportement méiotique des amphidiploïdes C_2 issus des F_1 (T. vulgare *var. Dr Mazet* × A. intermedium) *(suite)*

Nombre de II par cellule	% de chromosomes à l'état II	Fréquence des 2 types de bivalents						Nombre de chiasmata			
		Droit		Anneaux		Fréquence en % du total		par cellule		par chromosome	par élément conjugué
		Extrêmes	Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Droits	Anneaux	Moyenne	Erreur st.		
33,62	84,05	4–14	9,46	19–31	24,16	28,14	71,86	58,86	0,54	0,74	0,86
34,48	85,13	4–19	10,82	13–32	23,66	31,38	68,62	59,52	0,78	0,73	0,84
34,20	85,50	5–19	11,22	15–30	22,98	32,81	67,19	58,50	0,47	0,73	0,83
33,30	83,25	3–19	9,96	11–32	23,34	29,91	70,09	57,76	0,82	0,72	0,85
31,10	77,75	5–20	12,74	12–24	18,36	40,96	59,04	51,46	0,65	0,64	0,80

la plante 78/6, nous avons analysé deux étamines entières ayant un nombre réduit homogène de $2n = 55$. Ceci permet de supposer que des remaniements se produisent quelquefois très tôt dans les tissus somatiques, et, semble-t-il, assez anarchiquement puisque nous avons des chimères d'importance très diverse. Nous n'avons pas décelé d'anomalies de ce genre dans les méristèmes radiculaires.

Nous avons de plus observé des cellules « binucléées ». L'une d'elles (*cf.* photo nº 4 pl. 33) à 80 chromosomes (c'est-à-dire le nombre normal) contientdeux plaques métaphasiques, l'une à $20_{I} + 17_{II}$, l'autre (avec des chromosomes non enroulés) à $10_{I} + 4_{II} + 2_{IV}$. Ceci semblerait donc confirmer les hypothèses de Holden et Mota, mais la compétition pourrait se produire aussi bien entre noyaux génétiquement identiques qu'entre groupes de chromosomes à l'intérieur d'un même noyau (*cf.* photos 3 et 4, pl. 33). Des plasmodes à tous les stades de la méiose, et parfois très importants sont également fréquents (*cf.* photos 5 et 6, pl. 33).

La méiose de ces trois groupes d'amphidiploïdes est plus ou moins aberrante. Ce fait a déjà été constaté par un certain nombre d'auteurs qui ont invoqué différentes causes pour expliquer l'instabilité de ces amphidiploïdes : un haut degré de ploïdie, des facteurs d'ordre génique, des conditions défavorables affectant la viscosité du cytoplasme et le mouvement des chromosomes à l'intérieur de la cellule. Il nous semble assez normal d'invoquer aussi l'instabilité chromosomique du parent *Agropyrum* : les descendants issus de la souche d'*Agropyrum* 506 présentent des variations moindres que ceux qui sont issus des souches 75 et 104, à comportement méiotique légèrement plus aberrant.

5º Conclusions.

Pour qu'il soit possible de déterminer les relations d'homologie entre les chromosomes des genres *Triticum* et *Agropyrum* d'après l'étude de la méiose, il est nécessaire de connaître la proportion d'associations allosyndétiques existant dans chacune des combinaisons hybrides réalisées. Les interprétations sont compliquées par le fait que, croisant entre elles des espèces polyploïdes complexes, nous avons une superposition des associations allosyndétiques et des associations autosyndétiques. Celles-ci proviennent de l'un ou même parfois de chacun des deux parents impliqués dans les croisements.Il est assez difficile d'arriver à une estimation précise car l'appariement préférentiel semble jouer assez fortement chez les *Agropyrum* ainsi que nous avons pu le déduire de l'étude des hybrides interspécifiques.

Nous pouvons néanmoins prévoir (*cf.* tableau XLIV), dans une certaine mesure, la proportion d'associations autosyndétiques, d'après l'observation :

des formes haploïdes,

des hybrides où il est aisé de distinguer les chromosomes de chacune des espèces parentes,

des différentes combinaisons hybrides interspécifiques.

Tableau XLIV — *Autosyndèse et Allosyndèse chez les F_1 entre* Triticum *(ou* Secale*) et* Agropyrum

(1) Ostergren (1940). (2) Stebbins (1953). (3) Muramatsu (1955) (4) simonet (1953)

	A. junceum boreo-atl. J_1 J_2 (1)	A. intermedium E_1 E_2 N_1	A. campestre K_1 K_2 E_4 E_5	A. (elongatum 10x) B_2 E_1 E_2 F_1 F_2 (2)
Secale cereale Sc		Autosyndèse : $(0\text{-}7)_{II}$ d'Agropyrum Observé : $(3\text{-}10)_{II}$ + $(1\text{-}3)_{III}$ (2)		
T. aegilopoides autotétraploïde A A		Autosyndèse : 7_{II} de Blé + $(0\text{-}7)_{II}$ d'Agropyrum Observé : $(6\text{-}14)_{II}$ + $(1\text{-}3)_{III}$ (3)		
Triticum tetraploïdes A B	Autosyndèse : $(0\text{-}7)_{II}$ d'Agropyrum Observé : $(0\text{-}8)_{II}$ (1)	Autosyndèse : $(0\text{-}7)_{II}$ d'Agropyrum Observé : $(0\text{-}7)_{II}$ + $(0\text{-}3)_{III}$ etc...	Autosyndèse : $(0\text{-}14)_{II}$ d'Agropyrum Observé : $(3\text{-}16)_{II}$ + $(0\text{-}4)_{III}$ etc...	Autosyndèse : $(0\text{-}14)_{II}$ d'Agropyrum Observé : $(9\text{-}20)_{II}$ + $(0\text{-}6)_{III}$ + $(0\text{-}3)_{IV}$ + $(0\text{-}3)_{V}$ (4)
T. Timopheevi A G		Autosyndèse : $(0\text{-}7)_{II}$ d'Agropyrum Observé ; $(0\text{-}9)_{II}$ + $(0\text{-}3)_{III}$ etc...	Autosyndèse : $(0\text{-}14)_{II}$ d'Agropyrum Observé : $(4\text{-}15)_{II}$ + $(0\text{-}4)_{III}$ + $(0\text{-}2)_{IV}$ etc...	
Triticum hexaploïdes A B D		Autosyndèse : $(0\text{-}3)_{II}$ de Blé + $(0\text{-}7)_{II}$ d'Agropyrum Observé : $(0\text{-}13)_{II}$ + $(0\text{-}5)_{III}$ etc...		Autosyndèse : $(0\text{-}3)_{II}$ de Blé + $(0\text{-}14)_{II}$ d'Agropyrum Observé : $(3\text{-}22)_{II}$ + $(0\text{-}7)_{III}$ + $(0\text{-}5)_{IV}$ + $(0\text{-}3)_{V}$ + $(0\text{-}2)_{VI}$ + $(0\text{-}3)_{VII}$

Dans les gamètes mâles et femelles ayant contribué à la synthèse des hybrides F_1, nous pouvons nous attendre aux fréquences d'association suivantes :

Blés tétraploïdes AB ou AG.

Les formes haploïdes étudiées présentent en général une asyndèse pratiquement totale, soit 14_I à la M_I.

Simonet et Chesneaux observent chez *T. Timopheevi* haploïde les fréquences suivantes sur 100 cellules analysées :

0_{II} 70 p. 100 ;
1_{II} 27 p. 100 ;
2_{II} 2 p. 100.

Blés hexaploïdes ABD.

Les Blés de ce groupe sont considérés comme des allopolyploïdes vrais : nous devrions donc avoir asyndèse totale en M_I chez les haploïdes, soit 21_I. En fait McGinnis et Unrau constatent la présence de 0 à 3_{II} selon les cellules analysées, Person observe de 0 à 7_{II}, soit 16,56 p. 100 des cellules à 0_{II}, 26,86 p. 100 à 1_{II}, 29,66 p. 100 à 2_{II}, 18,14 p. 100 à 3_{II}, 6,62 p. 100 à 4_{II}, etc.

Nous pouvons donc avoir des associations de cet ordre, provenant des chromosomes du Blé, chez les hybrides F_1 (*Triticum vulgare* × *A. intermedium*) et (*Triticum vulgare* × *A.* (*elongatum* 10x)).

— *Agropyrum intermedium* $E_1 E_2 N_1$.

La forme haploïde n'a pu être étudiée directement : Stebbins et Fung Ting Pun (1953) analysent les associations autosyndétiques des chromosomes de l'*Agropyrum* par l'intermédiaire de l'hybride (*Secale cereale* × *Agropyrum intermedium*) où ils ont pu individualiser les chromosomes du Seigle. Ils observent des associations autosyndétiques variant de 3 à 10_{II} avec des fréquences maxima pour les combinaisons suivantes :

$1_{III} + 5_{II} + 8_I$ 18 p. 100 ;
$1_{III} + 6_{II} + 6_I$ 18 p. 100 ;
$7_{II} + 7_I$ 16 p. 100.

Nous avons nous-mêmes réussi ce croisement, mais nous n'avons pas encore étudié les hybrides. Cependant, les combinaisons hybrides interspécifiques étudiées au cours des chapitres précédents confirment ces résultats.

— *Agropyrum campestre* $K_1 K_2 E_4 E_5$.

Nous avons déduit cette formule génomique de l'étude des hybrides interspécifiques. Nous n'avons pu la confirmer, ni par l'étude d'une forme haploïde, ni par l'étude de l'hybride (*A. campestre* × *S. cereale*). (Le croisement tenté a donné des grains qui n'ont pas germé.)

Nous avons admis une homologie partielle entre E_4 et E_5 et entre K_1 et K_2. Nous pouvons donc attendre des associations autosyndétiques variant entre 0 et 14_{II}.

— *Agropyrum* (*elongatum* 10x),

En ce qui concerne cette espèce, nous ne pouvons avancer aucune hypothèse. Les associations observées sont généralement très fortes : elles ne sont vraisemblablement pas dues à une autopolyploïdie stricte. Peto (1936) le considère comme un autoallopolyploïde à méiose partiellement irrégulière, ce que nous avons pu confirmer, mais nous ne pouvons préciser la proportion relative d'autopolyploïdie et d'allopolyploïdie.

Nous avons adopté la formule de Stebbins et Fung Ting Pun (1953) (B_2 E_1 E_2 F_1 F_2) qui supposent E venu d'*A. elongatum* ($2n = 14$) et F venu d'*A. coespitosum* ($2n = 14$). Dans une autre publication, Stebbins apparente les génomes d'*A. coespitosum* et d'*A. spicatum*. Nous ne faisons aucune hypothèse en ce qui concerne le génome F.

Les différentes combinaisons hybrides réalisées auront donc comme formules génomiques les formules établies dans le tableau XLIV.

Ceci nous amène aux constatations suivantes :

1° **Hybrides pentaploïdes (Blés tétraploïdes × A. intermedium).**

A B E_1 E_2 N_1 ou A G E_1 E_2 N_1.

Fréquence théorique des associations autosyndétiques : de 0 à 7_{II}.

Fréquence observée : $(0\text{-}9)_{II}$ avec des moyennes par cellule variant de 1,65 à $4{,}53_{II}$, selon les F_1 analysées, soit environ 2 génomes associés, très peu d'associations multivalentes : 0,12 à $0{,}77_{III}$ (0-3) et 0 à $0{,}9_{IV}$ (0-1).

0 à 22 chromosomes sont associés quelle que soit la formule génomique AB ou AG du Blé impliqué dans les croisements.

L'homologie entre les chromosomes associés est faible, si l'on en juge par l'amplitude de variation observée dans les appariements et par la fréquence de bivalents droits.

Les associations allosyndétiques entre les chromosomes du Blé et ceux de l'*Agropyrum* sont pratiquement nulles et il n'y a vraisemblablement aucune homologie entre les chromosomes des génomes A, B, G et les chromosomes des génomes E_1, E_2, N_1.

Ce fait est confirmé par l'étude des amphidiploïdes, plus particulièrement par l'étude des amphidiploïdes *T. dicoccum* × *A. intermedium*. Leur comportement en méiose est, en effet, assez voisin de celui qu'on pouvait attendre en juxtaposant les comportements moyens de chacun des deux parents. La fréquence des associations multivalentes est plutôt généralement plus faible que celle qui avait été observée chez l'*Agropyrum intermedium*. Il n'y a donc vraisemblablement pas d'échange entre chromosomes de Blé et chromosomes d'*Agropyrum*.

Ni A, ni B, ni G n'existent vraisemblablement chez *A. intermedium* ainsi que l'avaient supposé les Russes, puis, plus récemment Peto (1936) et Sears (1948).

2° Hybrides hexaploïdes.

— (*Blés tétraploïdes* × *A. campestre*) A B K_1 K_2 E_4 E_5 ou A G K_1 K_2 E_4 E_5.

Fréquence théorique des associations autosyndétiques : 0 à 14_{II}.

Fréquence observée : 2 à 16_{II} avec des moyennes par cellule variant de 7,63 à $11,64_{II}$ selon les F_1 analysées, soit environ quatre génomes associés, très peu d'associations multivalentes : 0,12 à $0,86_{III}$ (0-4), 0,01 à $0,06_{IV}$ (0-2), 0 à $0,02_{V}$ (0-1).

4 à 34 chromosomes sont associés quelle que soit la formule génomique AB ou AG impliquée dans les croisements. L'homologie entre les chromosomes associés est plus forte que dans les croisements précédents, puisque la proportion de bivalents en anneaux est de l'ordre de 50 p. 100. L'amplitude de variation observée dans les appariements est néanmoins aussi forte.

La fréquence des associations observées ne dépasse guère celle que l'on pouvait attendre de la formule établie après l'étude des hybrides interspécifiques et les associations allosyndétiques sont vraisemblablement nulles ou très faibles.

L'étude méiotique de ces hybrides F_1 met en évidence un fait intéressant : environ quatre génomes sont associés à l'état bivalent $(0\text{-}14)_{II}$ et pour tous les hybrides analysés, le pourcentage de bivalents en anneaux est de l'ordre de 50 p. 100, soit deux des génomes associés. Il y aurait donc chez *A. campestre*, une homologie assez forte entre deux des génomes, vraisemblablement plus forte que celle que nous avions déduite de l'étude de sa méiose d'une part, de celle des hybrides interspécifiques d'autre part.

— *Blés hexaploïdes* × *A. intermedium* A B D E_1 E_2 N_1.

Fréquence théorique des associations autosyndétiques : 0 à 7_{II} pour l'*Agropyrum* et quelques associations autosyndétiques provenant du Blé.

Fréquence observée : $(0\text{-}13)_{II}$ avec des moyennes de 2,97 à $7,62_{II}$ selon les F_1 analysées, soit environ quatre génomes associés, peu d'associations multivalentes 0,11 à $1,16_{III}$ (0-5), 0 à $0,05_{IV}$ (0-1), 0 à $0,01_{V}$ (0-1), 0 à 29 chromosomes peuvent s'associer. Ces associations sont très légèrement supérieures à celles que nous avons observées chez les hybrides pentaploïdes ; même si l'on tient compte des associations autosyndétiques possibles, il devrait exister une légère homologie entre l'un des génomes de l'*Agropyrum* et le génome D du Blé.

Dans une série de croisements comparables, Gaül (1953) a observé jusqu'à 40 chromosomes associés et conclut à une homologie partielle entre les génomes D du Blé et Xm (assimilable au génome que nous avons appelé N) de l'*Agropyrum*. Il suppose donc que deux *Aegilops* très voisins, *Aegilops squarrosa* d'une part, *Aegilops mutica* ou une espèce parente

d'autre part, ont contribué l'un à la synthèse de *Triticum vulgare*, l'autre à celle d'*Agropyrum intermedium*.

Les résultats que nous avons obtenus ne nous permettent pas d'infirmer cette hypothèse : l'étude des F_1 de R_1 issues du croisement (*T. vulgare* var. V. 27 × *A. intermedium*) de formule

$$\frac{A\,B\,D\,E_1\,E_2\,N_1 + 1}{A\,B\,D}$$

met en évidence un certain pourcentage de trivalents et de quadrivalents qui pourraient provenir d'associations allosyndétiques. Il est difficile toutefois de l'affirmer, des remaniements structuraux ont pu également se produire. De toute façon, l'homologie est très faible et les échanges entre chromosomes de Blé et chromosomes d'*Agropyrum* peu nombreux.

3° Hybrides octoploïdes.

— *Blés hexaploïdes* × *A.* (*elongatum* 10x) $A\,B\,D\,E_1\,E_2\,F_1\,F_2\,B_2$.

Les associations chromosomiques observées sont de l'ordre de quatre génomes à l'état bivalent, un génome sous forme d'associations multivalentes. L'imprécision de la formule, la complexité des associations observées chez le parent *Agropyrum* et chez les F_1 ne nous permet guère de formuler d'hypothèses en ce qui concerne les relations entre cet *Agropyrum* et le Blé. Néanmoins, les associations chromosomiques observées à la M_1 par SIMONET et DE CUGNAC chez les hybrides entre divers Blés (*T. dicoccoides*, *T. dicoccum*, *T. vulgare*) et *A.* (*elongatum* 10x) sont sensiblement identiques ; seul, le nombre moyen d'univalents observé est plus grand chez les hybrides *T. vulgare* × *A.* (*elongatum* 10x).

Deux hypothèses sont possibles : ou bien les chromosomes associés proviennent uniquement d'autosyndèse,ou bien l'un des génomes A ou B, comme l'avait supposé PETO, donne avec les chromosomes de l'*Agropyrum* des associations allosyndétiques.

Il nous est impossible de trancher la question.

En résumé, seul le génome D, et encore bien modifié, pourrait être présent chez *A. intermedium*.

CONCLUSIONS

Au cours de notre travail, nous avons tenté de préciser les relations existant entre les différentes espèces d'*Agropyrum* et aussi entre certains *Agropyrum* et certains *Triticum*. Nous avons également cherché à situer les *Agropyrum* par rapport aux genres voisins appartenant à la tribu des *Hordeeae*. Bien que nos résultats soient très fragmentaires, nous pouvons retenir les points suivants :

1° Les *Agropyrum* spontanés en France forment un groupe très homogène. On connaît leur homogénéité « extérieure » ; nous l'avons retrouvée

en étudiant les caryotypes, la nature de la polyploïdie, les possibilités de croisement et les affinités entre génomes. Nous pouvons donc considérer cet ensemble d'espèces comme une unité systématique réelle, *A. caninum* étant cependant un peu aberrant.

2° A l'intérieur de ce groupe, nous pouvons définir huit espèces : *A. elongatum, caninum, junceum boreo-atlanticum, junceum mediterraneum, repens, intermedium, littorale, campestre.* Ces espèces peuvent être assimilées à des *coenospecies* dans le sens défini par CLAUSEN, KECK et HIESEY (1945). Seul *A. elongatum* est diploïde ($2n = 14$) ; les autres espèces doivent, pour la plupart, dériver d'hybridations suivies de doublement chromosomique, à partir d'un nombre sans doute restreint de types diploïdes. Ces huit espèces d'*Agropyrum* sont stabilisées et susceptibles de se reproduire par voie sexuée ; les hybridations interspécifiques sont souvent possibles, mais donnent des F_1 stériles. Isolées génétiquement, les espèces le sont souvent aussi écologiquement et géographiquement.

3° Nous pouvons séparer ces espèces en groupes d'après divers critères d'affinité : la morphologie générale, les caractères des épidermes, le caryotype, l'habitat et la répartition géographique. La disposition plane la plus simple est reproduite dans la planche 24 : les espèces sont ainsi groupées d'après leurs affinités et nous pouvons représenter par des traits de jonction les hybrides que nous avons obtenus. Dans la planche 25, nous avons simplifié la représentation des *Agropyrum*, que nous avons situés par rapport aux genres voisins.

4° L'espèce *A. caninum* occupe une position exceptionnelle : elle est plus apparentée aux *Hordeum* et *Elymus* (avec lesquels elle se croise) qu'aux autres *Agropyrum* avec lesquels elle n'a jamais été hybridée. Nous avons maintenu cette espèce dans le genre *Agropyrum* en raison des affinités que nous lui avons trouvées avec certaines formes d'*A. repens* ; une prospection assez vaste montrerait peut-être l'existence de formes intermédiaires et permettrait de relier ces espèces. Cependant, si nous étions partie non du genre *Agropyrum* mais, par exemple, du genre *Elymus*, nous lui aurions peut-être annexé l'espèce *E. caninus* pour des raisons aussi valables : cette espèce est une espèce-frontière.

A. elongatum, seule espèce diploïde, constitue l'un des pôles du genre *Agropyrum* ; il présente des affinités certaines avec *A. intermedium* et avec les deux *A. junceum*. Les difficultés que nous avons eues à le croiser viennent peut-être de son faible nombre de chromosomes.

A. junceum boreo-atlanticum constitue sans doute un autre pôle du genre *Agropyrum* ; nous l'avons récemment croisé avec *A. repens* et *A. elongatum* : ces hybrides n'ont pas encore été étudiés. *A. junceum mediterraneum* n'a été distingué d'*A. junceum boreo-atlanticum* qu'après les premiers dénombrements chromosomiques : c'est dire leur ressemblance. C'est en grande partie par l'intermédiaire d'*A. junceum mediterraneum*

que le pôle *junceum* a pu être relié aux espèces qui occupent une position centrale.

A. campestre est la plus remarquable de ces espèces : il se croise en effet avec *A. junceum mediterraneum*, *A. intermedium* et *A. repens*, assurant ainsi la jonction entre les trois sections *Juncea*, *Repentia* et *Intermedia*, définies par PRAT.

A. littorale a des affinités avec le groupe *junceum*. Enfin, *A. intermedium* n'a pu être croisé avec *A. repens*, et se rapproche un peu d'*A. elongatum*. Nous remarquerons que les quatre espèces *repens*, *campestre*, *intermedium* et *littorale* constituent un groupe morphologique très typé à l'intérieur même du genre.

5° Les *Agropyrum* occupent une position centrale parmi les *Hordeeae* puisqu'ils relient les genres *Hordeum* et *Elymus* aux genres *Triticum*, *Secale*, *Aegilops*, en suivant la chaîne *A. caninum*, *A. repens*, *A. campestre*, *A. intermedium*. Nous avons pu croiser cette dernière espèce avec des Blés des trois séries et avec le Seigle cultivé ; certains auteurs ont pu l'hybrider avec divers *Aegilops*.

Les affinités entre *A. campestre* et les *Blés*, qui n'avaient jamais été mises en évidence, sont moins grandes.

6° Au cours de l'étude des hybrides entre *Triticum* et *Agropyrum*, nous avons vu combien les associations allosyndétiques étaient faibles et fluctuantes : nous en avons déduit l'absence d'homologie forte entre les deux genres. En tenant compte de la viabilité et de la fertilité des hybrides (CLAUSEN, KECK et HIESEY, 1945), nous pouvons donner les précisions suivantes :

a) Les Blés diploïdes (génome A) et les *Agropyrum* semblent très éloignés les uns des autres.

— Le croisement direct est impossible.

— Les seuls hybrides que nous avons obtenus entre *A. intermedium* et la forme autotétraploïde de *T. monococcum*, sont léthaux ou subléthaux.

Les deux espèces croisées seraient trop distantes et la coexistence de leurs stocks chromosomiques chez les hybrides ne saurait déterminer leur développement favorable.

b) Les Blés tétraploïdes (AB ou AG) se croisent aisément avec *A. intermedium* et *A. campestre*, et les hybrides sont vigoureux mais totalement stériles. Les associations chromosomiques observées à la méiose des F_1, proviennent uniquement d'autosyndèse : les stocks chromosomiques des parents sont assez différents pour ne pas s'apparier mais assez semblables pour déterminer un développement harmonieux des hybrides. L'étude des amphidiploïdes confirme ce point de vue. Les deux espèces d'*Agropyrum* seraient relativement voisines des Blés tétraploïdes.

c) Parmi les *Agropyrum* français, seul *A. intermedium* se croise avec les Blés hexaploïdes (ABD). Les F_1 sont vigoureuses mais stériles

et présentent peut-être à la méiose une faible allosyndèse entre les génomes D et N_1. L'homologie n'est pas suffisamment nette pour qu'on puisse placer *A. intermedium* beaucoup plus près des Blés hexaploïdes que des Blés tétraploïdes. L'étude des amphidiploïdes n'apporte ici aucun élément supplémentaire, leur nombre élevé de chromosomes étant sans doute la cause de leur manque de vigueur et de fertilité.

Bien qu'apparentés, les genres *Triticum* et *Agropyrum* ne possèdent pas, à proprement parler, de génomes communs : ils ont suffisamment évolué pour que les homologies ne soient plus guère décelables. Cependant, les deux genres ne sont pas complètement isolés, *A. intermedium* et les Blés tétraploïdes étant les « meilleurs » intermédiaires. La création d'amphidiploïdes et l'utilisation de l'introgression développeront ces relations.

7° Sur le plan pratique, les amphidiploïdes représentent un matériel nouveau dont on ignore les possibilités. L'introgression offre des perspectives plus classiques, par exemple l'obtention de « Blés » à 42 chromosomes possédant quelques caractéristiques venant d'un *Agropyrum*. Ces échanges pourraient résulter soit d'échanges normaux entre chromosomes partiellement homologues, soit de remaniements affectant des chromosomes non homologues. Les amphidiploïdes peuvent d'ailleurs être utilisés avantageusement au départ d'un programme d'introgression, par exemple en recroisant un amphidiploïde (*T. persicum* × *A. intermedium*) par *T. vulgare*.

Mais, de toute façon, une sélection des *Agropyrum* doit précéder tout travail de croisement avec les Blés.

RÉSUMÉ

Une sélection améliorante efficace à partir de croisements entre *Triticum* et *Agropyrum* n'est possible que dans la mesure où l'on connaît bien ces deux genres et leurs relations. Une rapide mise au point des divers travaux effectués jusqu'à présent permet de constater que l'on peut partir de bases solides pour les *Triticum*, mais qu'il n'en est pas de même pour les *Agropyrum*. Les relations entre les deux genres sont mal connues. *Le genre Agropyrum* est particulièrement complexe ; les nombreux systématiciens qui s'y sont intéressés sont loin d'être d'accord sur la détermination du nom et du nombre des espèces à y inclure. La pérennité, la stérilité, l'allogamie et la polyploïdie ont contribué à cette confusion: à partir d'un petit nombre d'espèces diploïdes ($2n = 14$), d'ailleurs très diverses, un ensemble complexe s'est constitué : la cytogénétique doit pouvoir nous aider à l'analyser.

Après un examen critique des différents travaux traitant des *Agro-*

pyrum, nous avons reconnu et défini huit espèces ou sous-espèces spontanées en France, que nous avons seules étudiées : *A. elongatum* (Host) P. B. $2n = 14$, *A. caninum* (L.) P. B. $2n = 28$, *A. junceum* spp *boreo-atlanticum* (L.) S. G. $2n = 28$, *A. junceum* spp *mediterraneum* (L.) S. $2n = 42$, *A. repens* (L.) P. B. $2n = 42$, *A. intermedium* (Host) P. B. $2n = 42$, *A. littorale* (Host) Dum. $2n = 42$, *A. campestre* G. G. $2n = 56$.

Il existe également un certain nombre d'hybrides naturels à $2n = 35$, 42 ou 49 chromosomes. Toutes les espèces sauf une, *A. elongatum*, sont polyploïdes. Elles ont vraisemblablement été formées par autopolyploïdie, par allopolyploïdie ou par une combinaison de ces deux processus évolutifs. C'est ce que nous avons tenté de préciser dans la première partie du mémoire.

Deux chapitres sont consacrés à la présentation du matériel : habitat et répartition géographique, caractères morphologiques. Certaines espèces ont un habitat très typé (*A. elongatum*, *A. caninum*, *A. junceum*, *A. littorale*) ; les espèces *A. repens*, *A. littorale*, *A. campestre*, *A. intermedium* sont morphologiquement voisines.

Le nombre de chromosomes a déjà été utilisé comme caractère d'appoint dans la Systématique des *Agropyrum*. Nous avons réalisé l'étude détaillée des caryotypes. Ceci nous a permis :

1° de confirmer l'existence d'une série polyploïde à l'intérieur du genre (aucun nombre nouveau n'a été détecté parmi les 81 clones analysés).

2° De souligner l'importance des formes hybrides non équilibrées à $2n = 35$, 42 et surtout 49 chromosomes.

3° De mettre en évidence l'homogénéité des caryotypes. Ceux-ci, d'une manière générale, sont du type symétrique, avec des chromosomes à centromères médians ou submédians : seule, la proportion relative de chacun de ces types varie selon les espèces. Le nombre reste l'élément le plus important pour la discrimination des espèces ; cependant, des différences ont été observées entre elles, par exemple pour le nombre et la forme des chromosomes à satellite et la taille des chromosomes.

Deux autres chapitres sont plus spécialement consacrés à l'étude du comportement en méiose des *Agropyrum* et de leurs hybrides. Nous avons pu constater la présence de quadrivalents à la métaphase réductionnelle chez six des espèces analysées : *A. junceum boreo-atlanticum*, *A. junceum mediterraneum*, *A. intermedium*, *A. littorale*, *A. repens*, *A. campestre*. Ceci nous a permis de conclure à l'existence d'une autotétraploïdie partielle, vraisemblablement assez ancienne. Ces espèces présentent néanmoins une fertilité et une stabilité assez bonnes.

Nous avons fait d'autre part l'analyse méiotique de six hybrides interspécifiques réalisés expérimentalement : (*A. campestre* × *A. repens*), (*A. junceum med.* × *A. campestre*), (*A. junceum med.* × *A. intermedium*),

(*A. intermedium* × *A. littorale*), (*A. campestre* × *A. intermedium*), (*A. junceum med.* × *A. littorale*), et nous avons également étudié quelques hybrides naturels à $2n = 35$, 42 ou 49 chromosomes.

Les conclusions sont les suivantes :

1° La fréquence des associations chromosomiques chez les hybrides est forte ; il s'agit à la fois d'autosyndèse et d'allosyndèse.

2° La fréquence des associations autosyndétiques est beaucoup plus élevée que ne le laissait supposer l'étude méiotique des espèces parentes : l'affinité différentielle joue donc fortement et complique les interprétations ; il y aurait allopolyploïdie segmentaire plutôt qu'autopolyploïdie.

3° La fréquence des associations allosyndétiques est également assez élevée. Ces espèces présentent donc pour la plupart d'assez fortes affinités. Un petit nombre d'espèces diploïdes a vraisemblablement contribué à leur formation ; elles sont à rechercher à l'intérieur du genre et parmi les genres voisins.

Nous proposons une classification des *Agropyrum* d'après la nature de la polyploïdie et nous avons également ébauché une classification génomique.

Espèce	Nature de la polyploïdie	Constitution génomique	Remarques
A. elongatum (Host) P. B.		E	
A. caninum (L.) P. B.	Allopolyploïdie	SX (1)	S = *A. spicatum*
A. junceum b. a. (L.) S. G.	Allopolyploïdie segmentaire	$J_1 J_2$ (2)	
A. junceum med. (L.) S.	Allopolyploïdie complexe	$J_1 J_2 E_3$	Y # J ?
A. littorale (Host) Dum.	Allopolyploïdie complexe	$N_2 N_3 Y_1$	
A. intermedium (Host) P. B.	Allopolyploïdie complexe	$E_1 E_2 N_1$ (3)	
A. repens (L.) P. B.	Allopolyploïdie complexe	$R_1 R_2 Z_1$	R # K # N ?
A. campestre G. G.	Allopolyploïdie complexe	$K_1 K_2 E_4 E_5$	

(1) Stebbins (1955). (2) Ostergren (1940). (3) C'est l'une des hypothèses de Stebbins (1953).

La seconde partie de ce travail est consacrée à l'étude des hybrides entre les genres *Triticum* et *Agropyrum*. Elle a pour but :

1° De préciser les possibilités de croisement entre les deux genres.

2° De définir leurs relations d'homologie chromosomique.

Nous avons confirmé les possibilités de croisement entre *Agropyrum intermedium* et les Blés à $2n = 28$ et 42 ; nous avons constaté certaines incompatibilités de nature variétale. Nous avons de plus, obtenu l'hybride entre *Triticum monococcum* autotétraploïde et *A. intermedium*.

Nous avons obtenu les premiers hybrides entre *A. campestre* et les Blés à $2n = 28$ (*Triticum dicoccum* et *T. Timopheevi*) ; nous n'avons pas réussi à croiser cet *Agropyrum* avec les Blés à $2n = 42$.

Nous avons de plus obtenu et étudié des hybrides entre *Triticum vulgare* et l'espèce décaploïde d'origine russe connue à tort sous le nom d'*Agropyrum elongatum*.

Nous n'avons pu obtenir d'hybrides entre les autres espèces françaises d'*Agropyrum* et les Blés.

Les hybrides *Triticum* × *Agropyrum* ressemblent beaucoup à l'*Agropyrum* et sont notamment pérennes ; ils sont généralement très vigoureux et stériles. Les associations chromosomiques observées chez les F_1 sont généralement lâches (bivalents droits) et très fluctuantes : cette fluctuation a été étudiée en détail chez les F_1 *T. vulgare* × *A. intermedium*.

Les quelques associations observées chez les F_1 entre les Blés à $2n = 28$ et *A. intermedium* (0 à 7_{II}) proviennent principalement d'autosyndèse entre les chromosomes de l'*Agropyrum*.

Les associations observées chez les F_1 entre les Blés à $2n = 28$ et *A. campestre* sont moins lâches et plus fréquentes (0 à 14_{II} dont environ la moitié de bivalents en anneaux) et proviennent d'autosyndèse entre les chromosomes de l'*Agropyrum*.

Chez les F_1 entre les Blés à $2n = 42$ et *A. intermedium*, on trouve :

— certainement des associations autosyndétiques entre les chromosomes de l'*Agropyrum*,

— peut-être quelques associations allosyndétiques entre le génome D du Blé et l'un des génomes de l'*Agropyrum*, vraisemblablement N_1.

Il n'y a donc pas d'homologie forte entre les *Agropyrum* que nous avons étudiés et le genre *Triticum*.

Les F_1 sont normalement stériles et l'on doit recroiser ou traiter à la colchicine pour pouvoir obtenir des descendants :

1. Si nous considérons le croisement entre *T. vulgare* (formule ABD) et *A. intermedium* (E_1 E_2 N_1), le recroisement de la F_1 par *T. vulgare* donne quelques grains généralement issus de gamètes femelles non réduits. Les plantes ($2n = 63\pm$), diploïdes pour le Blé et haploïdes pour le Chiendent, présentent de 21 à 28_{II} (21_{II} du Blé + 0 à 7_{II} autosyndétiques du Chiendent).

L'autofécondation conduit à des types très variables mais qui devraient pour la plupart se stabiliser au bout de plusieurs générations vers $2n = 56$ (ABDE) : un deuxième recroisement par le Blé semble nécessaire pour obtenir des types à $2n = 42$ voisins du Blé. Ces « Blés » pourront présenter certains caractères du Chiendent, à la suite soit d'échanges normaux entre chromosomes (ou parties de chromosomes) homologues, soit de remaniements affectant des chromosomes non-homologues : l'introgression est possible.

2. Les amphidiploïdes (obtenus par traitement à la colchicine) entre Blés à $2n = 28$ et *A. intermedium* sont fertiles mais plus ou moins stables : l'amphidiploïde *T. Timopheevi* × *A. intermedium* est beaucoup moins régulier (3 p. 100 de plantes à $2n = 70$) que l'amphidiploïde *T. dicoccum* × *A. intermedium* (60 p. 100 de plantes à $2n = 70$).

Ces amphidiploïdes ont un comportement méiotique plus aberrant que celui que l'on pouvait attendre de l'étude des parents. De plus, ils présentent un certain nombre d'anomalies (cellules-mères du pollen à

nombre réduit, plasmodes). Les plantes sont cependant vigoureuses et fertiles, et peuvent être utilisées à diverses fins : recroisement avec des Blés, recroisement avec d'autres genres, éventuellement culture.

Au contraire, les amphidiploïdes entre *T. vulgare* et *A. intermedium* sont des plantes à croissance très lente, peu vigoureuses et presque complètement stériles. Elles sont chromosomiquement instables ($2n = \pm 80$) et leur méiose est irrégulière (10 à 15 univalents en M_I). On retrouve les anomalies (plasmodes, nombres réduits) signalées ci-dessus. La seule utilité de ces amphidiploïdes semble être de permettre le recroisement avec *T. vulgare* (environ 1 p. 100 de réussite), ce qui donne plus simplement le même résultat que le recroisement sur des F_1.

Du point de vue phylogénique, les *Agropyrum* français forment donc un groupe assez homogène (*comparium*) constitué d'espèces « synthétiques » complexes pouvant être assimilées à des *coenospecies*. Ils occupent une position centrale dans la tribu des *Hordeeae*, puisqu'ils forment une série continue assurant la liaison entre les genres *Triticum* et *Hordeum*. Ils sont plus directement apparentés aux Blés qu'aux Orges, bien que les liens qui les unissent aux différents Blés soient très lâches. La liaison avec les Orges est assurée par *A. caninum* et *A. repens* ; la liaison avec les Blés est assurée par *A. intermedium* et *A. campestre*. *A. junceum* et *A. elongatum* ($2n = 14$) semblent former deux autres « pôles » du genre *Agropyrum*. L'étude des relations avec le genre *Aegilops* fournirait probablement quelques éclaircissements sur la jonction entre *Agropyrum* et *Triticum*. Ces deux genres sont actuellement bien distincts : la création d'hybrides amphidiploïdes ou l'utilisation de l'introgression les rapprochera, et fournira un matériel très variable aux sélectionneurs.

SUMMARY

Cytogenetical studies on french Agropyrum and on their hybrids with wheats.

The first part of this work is devoted to the study of french *Agropyrum*. After a survey of the works dealing with *Agropyrum*, we have acknowledged and defined 8 species or sub-species spontaneous in France :

A. elongatum (Host) P. B., $2n = 14$.
A. caninum (L.) P. B., $2n = 14$.
A. junceum boreo-atlanticum (L.) S. G., $2n = 28$.
A. junceum mediterraneum (L.)S., $2n = 42$.
A. repens (L.) P. B., $2n = 42$.
A. littorale (Host) Dum., $2n = 42$.
A. campestre G. G., $2n = 56$.
A. intermedium (Host) P. B., $2n = 42$.

Moreover, there are some natural hybrids. The comparative study of geographical distribution, habitat, morphological characteristics, caryotypes, meiotic behaviour of these species and of some of their natural or artificial

hybrids, has allowed to establish a classification of *Agropyrum*, based, in addition to the characters generally used by taxonomists, on the nature of polyploidy and on genomic constitution (cf. table in the french summary).

The second part is devoted to the study of the hybrids (*Triticum* × *Agropyrum*). We had in mind to determine the relations of chromosome homology between the two genera, and, by the light of the results obtained, to perfect the working methods for the breeder with an eye to a practical utilization of these hybrids. We have confirmed the possibilities of hybridization between *A. intermedium* and the wheats having $2n = 28$ and 42, and we have observed some incompatibilities due to the variety involved ; we have obtained the hybrid (*T. monococcum 4x* × *A. intermedium*) as well as the first hybrids between *A. campestre* and the wheats having $2n = 28$ (*Triticum dicoccum*, *T. Timopheevi*) ; we did not succeed in crossing *A. campestre* with other wheats. Moreover, we have obtained hybrids between *T. vulgare* and *A.* (*elongatum* 10 x) ($2n = 70$).

Then, we have analysed the meiotic behaviour in the F_1 generation and we have come to the conclusion that there was not a great homology between the chromosomes of the *Agropyrum* and *Triticum* involved in the crosses.

From these male sterile F_1, by backcross to wheat or by colchicine treatment, we have obtained a fertile progeny which has also been studied cytologically. The F_1 of R_1 issued from the hybrids (*T. vulgare* × *A. intermedium*) generally come from unreduced female gametes, whereas those issued from the hybrids (*T. vulgare* × *A. elongatum* 10x) come from partially reduced female gametes. All are fertile and give, either by backcross, or by selfing, a highly heterogeneous progeny. Amphidiploids present some meiotic abnormalities ; they are fertile but more or less stable. The amphidiploid (*T. vulgare* × *A. intermedium*) is an exception : it is very weak, hardly fertile and presents many meiotic abnormalities.

From the results achieved, we draw some conclusions concerning the place occupied by the genera *Triticum* and *Agropyrum* inside the tribe of *Hordeeae*, their phylogenic and genomic relationships and the possibilities of using their hybrids in plant-breeding.

ZUSAMMENFASSUNG

Cytogenetisches Studium der französischen Agropyrum und ihrer Weizenhybriden.

Der erste Teil dieser Arbeit ist dem Studium der französischen Agropyrum gewidmet. Nach der Besprechung der verschiedenen Veröffentlichungen die das Thema « Agropyrum » behandeln, wurden von uns, in Frankreich, 8 spontane Sorten oder Untersorten erkannt und bestimmt : *A. elongatum* (Host) P. B. $2 = 14$; *A. caninum* (L.) P. B. $n = 28$; *A. junceum* boreo-atlanticum (L.) S. G. $2\ n = 28$; *A. junceum mediterraneum* (L.) S. $2n = 42$; *A. repens* (L.) P. B. $2n = 42$; *A. littorale* (Host) Dum. $2n = 42$; *A. campestre* G. G. $2n = 56$. Darüber hinaus gibt es einige natürliche Hybriden. Dank des Vergleiches dieser Sorten und einiger ihrer natürlichen Hybriden in Bezug auf ihre geographische Verteilung, ihr Habitus, ihre morphologischen Merkma-

len, ihre Karyotypen und ihr Betragen während der Meïose, konnten wir eine Klassifikation der *Agropyrnm* aufstellen. Diese Klassifikation stützt sich nicht nur auf die klassischen Merkmale der Taxinomisten, aber ebenfalls auf die Natur der Polyploïdie und auf die Konstitution des Genoms (siehe Tabelle in der französischen Zusammenfassung).

Der zweite Teil betrifft das Studium der Triticum × Agropyrum Hybriden. Dabei hatten wir uns vorgenommen :

— einerseits die Beziehungen der chromosomischen Homologie zwischen den beiden Gattungen zu bestimmen,

— anderseits die Ergebnisse dieses Vergleiches zu benützen um eine Methodik für die praktische Benützung dieser Kreuzungen durch die Züchter zu erzielen. Folgende Resultate wurden ermittelt :

1. — Bestätigung der Kreuzungsmöglichkeit zwischen *A. intermedium* und Weizen mit $2n = 28$ und 42. Feststellung gewisser Unverträglichkeiten varietalischer Natur.

2. — Erlangung des Hybrides (*T. monococcum* $4n \times$ *A. intermedium*) sowie der ersten Hybriden zwischen *A. campestre* und Weizen mit $2n = 28$ (*T. dicoccum* und *T. Timopheevi*) (es gelang uns nicht *A. campestre* mit andern Weizen zu kreuzen).

3. Erlangung von Hybriden zwischen *T. vulgare* und *A.*(*elongatum* 10 *X*) ($2n = 70$).

In der Folge wurde das Betragen während der Meïose der F_1 analysiert und es konnte beschlossen werden, dass keine starke Homologie zwischen den Chromosomen von *Agropyrum* und denjenigen von den *Triticum*, die in unseren Kreuzungen mitwirkten, bestehe.

Durch Rückkreuzung dieser männlich-sterilen F_1 mit Weizen oder durch Colchicinbehandlung wurden fruchtbare Nachkommen, die ebenfalls cytogenetisch analysiert wurden, erhalten. Während die F_1 der R^1 von den Hybriden (*T. vulgare* × *A. intermedium*) gewöhnlich von unreduzierten weiblichen Gameten stammen, kommen diejenigen von den Hybriden (*T. vulgare* × *A. elongatum* 10 ×) von teilweise reduzierten weiblichen Gameten. Alle sind fruchtbar und ergeben durch Rückkreuzung oder durch Selbstung, eine sehr heterogene Nachkommenschaft. Die Amphidiploïden weisen gewisse Anomalien bei der Meïose auf ; sie sind fruchtbar aber mehr oder wenig beständig. Das Amphidiploïd (*T. vulgare* × *A. intermedium*) bildet dabei eine Ausnahme : es ist schwachwüchsig, sehr wenig fruchtbar und zeigt zahlreiche Anomalien bei der Meïose.

Die erzielten Ergebnisse erlauben uns gewisse Schlussfolgerungen, über die Stellung der Gattungen *Triticum* und *Agropyrum* inerhalb der *Hordeeae*, über ihre phylogenischen und genomischen Beziehungen sowie über die Möglichkeit der Verwendung ihrer Hybriden durch die Praxis, zu ziehen.

Цитогенетическое исследование французских «Agropyrum» и их гибридов с пшеницами.

И. КОДЭРОН.
Станция мелиорации растений, Клермон-Феран.

РЕЗЮМЭ

Первая часть этой работы посвящена изучению французских «*Agropyrum*». После обзора работ, третирующих «*Agropyrum*», мы определили восемь видов или под-видов, дико-растущих во Франции :

A. elongatum (Host) P. B. $2n = 14$; *A. caninum* (L) P. B. $2n = 28$; *A. junceum* boreo-atlanticum (L) S. G. $2n = 28$; *A. junceum mediterraneum* (L) S. $2n = 42$; *A. repens* (L) P. B. $2n = 42$; *A. littorale* (Host) Dum. $2n = 42$; *A. campestre* G. G. $2n = 56$. Существует также несколько естественных гибридов. Сравнительное изучение географического распространения, габитуса, морфологических характеров, карио-типов, меиотического поведения этих видов и нескольких их гибридов естественных и экспериментальных, позволило нам установить классификацию «*Agropyrum*», основанную помимо классических характеров, употребляемых таксономистами, на натуре полиплоидии и на геномическом составе (см. таблицу французского резюме).

Вторая часть посвящена изучению гибридов (*Triticum* × *Agropyrum*). Мы имели целью определить отношения хромозомической гомологии между двумя видами и в свете полученных результатов, установить методы работы для селекционера, для практического использования этих скрещиваний. Мы подтвердили возможность скрещивания между *A. intermedium* и пшеницами с $2n = 28$ и 42, и установили некоторые несовмещения сортового характера; мы получили гибрид (*T. moncoccum* $4n$ × *A. intermedium*) также как и первые гибриды между *A. campestre* и пшеницами с $2n = 28$ (*T. dicoccum* и *T. Timopheevi*); нам не удалось скрестить *A. campestre* с другими пшеницами. Сверх того, мы получили гибриды между *T. vulgare* и *A.* (*elongatum* 10 ×) ($2n = 70$).

Затем, мы анализировали меиотическое поведение в F_1 и заключили, что нет отчетливой гомологии между хромосомами *Agropyrum* и *Triticum* введенных в срещивания. От этих F_1 бесплодных, перекрещиванием с пшеницей или обработкой колхицином, мы получили плодоносное потомство, тоже изученное цитогенетически. F_1 от R_1 полученные от гибридов (*T. vulgare* × *A. intermedium*) происходят, обыкновенно, от женских не редуцированных гаметов, тогда как полученные от гибридов (*T. vulgare* × *A. elongatum* 10 ×) происходят от частично-редуцированных женских гаметов.

Все они являются плодоносящими и дают, перекрещиванием или самооплодотворением, весьма гетерогенное потомство. Амфидиплоиды представляют некоторые меиотические аномалии; они фертильны но более или менее устойчивые. Амфидиплоид (*T. vulgare* × *A. intermedium*) делает исключение : он малосилен, очень слабой фертильности и представляет многочисленные меиотичекие аномалии.

Из полученных результатов мы определяем известное количество заключений, относительно положения родов *Triticum* и *Agropyrum* в племени *Hordeeae*, их филогеническое и геномическое соотношение и возможности использования их гибридов на поле практики.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDERSON (E.). — *Introgressive hybridization*. New York (Ed. J. Wiley and Sons), 109 p., 1949.

ARARATIAN (A. G.). — The chromosome numbers of certain species and forms of *Agropyrum*. *Sovetskaja Botanika* nº 6, 109-111, 1938 (résumé dans *Plant Breed. Abstr.*, **9**, 1080, 1936).

ARMSTRONG (J. M.). — Hybridization of *Triticum and Agropyron*. I. Crossing results and description of the first generation hybrids. *Canad. J. Res.*, C **14**, 190-202, 1936.

ARMSTRONG (J. M.). — Investigations in *Triticum-Agropyron* hybridization. *Empire J. of Expt. Agric.*, **13**, 41-53, 1945.

ARMSTRONG (J. M.) and MCLENNAN (H. A.). — Amphidiploidy in *Triticum-Agropyron* hybrids. *Sci. Agric.*, **24**, 285-298, 1944.

ARMSTRONG (J. M.) and STEVENSON (T. M.). — The effects of continuous line selection in *Triticum-Agropyrum* hybrids. *Empire J. Expt. Agric.*, **15**, 51-64, 1947.

ASCHERSON (P.) and GRAEBNER (P.). — *Synopsis Mitteleuropaïschen Flora* II, 1re partie. Leipzig (Engelmann), 1898-1902.

ASHMAN (R. B.) and BOYLE (W. S.). — A cytological study of the induced octoploid of an *Agropyron-Hordeum* hybrid. *J. Hered.*, **46**, 6, 297-301, 1955.

AVDULOW (P.). — Karyo-systematische Untersuchung der Familie Gramineen. *Bull. of appl. Bot. Genet and plant Breeding*, suppl. **43**, 1-428, 1931 (cité par OSTERGREN *in Hereditas*, **26**, 1940).

BELL (G. D. H.). — Investigations in the *Triticinae*. I. Colchicine techniques for chromosome doubling in interspecific and intergeneric hybridization. *J. Agric. Sci.* **40**, 1-2, 9-18, 1950.

BELL (G. D. H.) and SACHS (L.). — Investigations in the *Triticinae*. II. The cytology and fertility of intergeneric and interspecific F_1 hybrids and their derived amphidiploids. *J. Agric. Sci.* **43**, 1, 105-115, 1953.

BOREAU (A.). — *Flore du Centre de la France et du Bassin de la Loire*. Paris (Ed. Boret), tome II, p. 728, 1857.

BOREAU (A.). — Revue des principales espèces d'*Agropyrum* croissant en Europe. *Extrait des Mém. Soc. Acad. de Maine et Loire*, XXIV, 347-360, 1869.

Dr BOULY DE LESDAIN. — *Graminées indigènes et adventices des environs de Dunkerque*. Société Dunkerquoise, 133 p., 1934.

BOYLE (W. S.) and HOLMGREN (A. H.). — A cytogenetic study of natural and controlled hybrids between *Agropyron trachycaulum* and *Hordeum jubatum*. *Genetics*, **40**, 4, 539-545, 1955.

BRINK (R. A.), COOPER (D. C.) and AUSHERMAN (L. E.). — A hybrid between *H. jubatum* and *Secale cereale* reared from an artificially cultivated embryo. *J. Hered.*, **35**, 66-75, 1944.

BRITTON (D. M.) and HULL (J. W.). — Mitotic instability in blackberry seedlings. *J. Hered.*, **47**, 5, 205-210, 1956.

DA CAMARA (A. de Sousa). — Efeitos dos raios X nos cromosomas do *Triticum monococcum*. Sua analise na apreciaçao da filogenia do trigo. *Ann. Inst. Sup. Agron. Lisboa*, **7**, 29-61, 1935.

CANDOLLE (A. DE). — *Flore française et supplément.*, tome V, p. 282, 1815.

CAROLI (G.). — The effect of some oxyquinoline derivatives on pea chromosomes. *Agri. Hort. Genet.* X, 3/4, 152-157, 1954.

CAUDERON (Y.). — Observations sur les croisements *Triticum* × *Agropyrum*. *Conf. Europ. Herbages*, 67-69, 1954.

CAUDERON (Y.). — Obtention d'amphidiploïdes à partir de croisements entre des *Triticum* à $2n = 28$ et des *Agropyrum* (*glaucum* $2n = 42$ et *campestre* $2n = 56$). 8e *Congrès Intern. Bot.*, 199-200, 1954.

CAUDERON (Y.). — Etude comparative du comportement en méiose de quelques *Agropyrum* et de leurs hybrides F_1. *C. R. Acad. Sci.*, **243**, 1054-1056, 1956.

CAUDERON (Y. et A.). — Etude de l'hybride F_1 entre *Hordeum bulbosum* L. et *H. secalinum* Schreb. *Ann. Amel. Plantes*, 307-317, 1956.

CIFERRI (R.). — The first interspecific wheat hybrids. *J. Hered.*, **46**, 2, 81-83, 1955.

CLAPHAM (A. R.), TUTIN (T. G.) and WARBURG (E. F.). — *Flora of the British Isles*. Cambridge Univ. Press, 1591 p., 79 fig., 1952.

CLAUSEN (J.), KECK (D. D.) and HIESEY (W. M.). — Experimental studies on the nature of species. II. Plant evolution through amphiploidy and autoploidy with examples from the *Madiinae*. *Publ. Carnegie Inst. Washington*, n° 564, 174 p., 1945.

COSTE (H.). — *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*. Paris (Klincksieck), tome III, 662-666, 1906.

CRASNIUK (A. A.). — The hybrid of *Secale cereale* × *Agropyrum cristatum*. *Social Grain Farming* **5**, 106-114, 1935 (cité par STEBBINS in *Genetics*, **38**, p. 608, 1953).

CUGNAC (A. DE) et SIMONET (M.). — Etude cytogénétique de quelques hybrides intergénériques d'*Agropyrum* : *Agroelymus Agrohordeum* et *Agrotriticum*. *Ann. Amel. Plantes* IV, 433-452, 1953.

DARLINGTON (C. D.). — *Recent advances in cytology*. London (Churchill 2nd ed., 671 p., 1937.

DARLINGTON (C. D.). — *Chromosome botany*. London (G. Allen and Unwin) 186 p., 36 fig., 1956.

DARLINGTON (C. D.) and LA COUR (L. F.). — *The handling of chromosomes*. London (G. Allen and Unwin) 180 p., 2e ed. 1945.

DESFONTAINES (M.). — *Tableau de l'Ecole de Botanique du Museum d'Histoire Naturelle*. Paris (chez J. A. Brosson), p. 16, 1804.

DOBZHANSKY (Th.). — *Genetics and the origin of species*. New York (Columbia Univ. Press) revised ed., 446 p., 1941.

DOMMERGUES (P.). — Action de la colchicine sur l'orge cultivée. *Ann. Amel. Plantes*, I, 295-331, 1951.

DOWRICK (G. J.). — The chromosomes of *Chrysanthemum*. II. Garden varieties. *Heredity*, **7**, 1, 59-72, 1953.

DUVAL-JOUVE (J.). — Etude anatomique de quelques graminées et en particulier des *Agropyrum* de l'Hérault. *Extrait des Mém. Acad. Sci. et Lettres Montpellier, section Sciences*, VII, 309-406, 1870.

DUVAL-JOUVE (J.). — Notes sur quelques plantes récoltées en 1875. *Bull. Soc. Bot. France*, XXII, 285-290, 1875.

FLAKSBERGER (K. A.), ANTROPOVI (W. J.), BAHTEEFF (F. H.) et MORDVINKINA (A. J.). — Détermination des vraies céréales : Blé, Seigle, Orge et Avoine, sous la direction du Pr K. A. FLAKSBERGER, 1939 (en russe). (Traduction ROUSSINE revue par CHEVALIER, Montpellier, 1953).

FAVORSKY (N. V.). — (On the reduction division in the hybrid of *Secale cereale* L. × *Agropyrum cristatum* L. Gaertn. in connection with the question of its sterility). *Social Grain Farming*, Saratov, **5**, 115-125, 1935 (russe, résumé anglais) (cité par STEBBINS Jr and FUNG TING PUN *in Genetics*, **38**, 1953).

FAVORSKY (N. V.). — Reductive division of F_1 hybrids of some *Aegilops* with *Agropyron intermedium*. *Sotsial Zernov. Khoz.* **6**, 95-101, 1936 (cité par STEBBINS and FUNG TING PUN *in Genetics*, **38**, 1953).

FOURNIER (P.). — *Les quatre flores de la France*. Paris (Lechevalier), 89-91, 1946.

GATIN (C. L.). — *Dictionnaire de Botanique*. Paris (Lechevalier), 847 pp., 1924.

GAUL (E.). — Genomanalytische Untersuchungen bei *Triticum* × *Agropyrum intermedium* unter Berücksichtigung von *Secale cereale* × *A. intermedium*. *Z. für indukt. Abstam. Vererb.*, **85**, 505-546, 1953.

GODLEY (E. J.). — Variation and cytology in the British *Agropyrons* and their natural hybrids. *Ph. D. dissertation* in the Univ. of Cambridge, 1947.
GODLEY (E. J.). — Two natural *Agropyron* hybrids occurring in the British Isles. *Ann. of Bot.* new series, XV, 535-544, 1951.
GODRON (A.). — Quelques notes sur la flore de Montpellier. *Extr. Mém. Soc. Emul. du Doubs*, p. 17, 1854.
GRENIER (Ch.) et GODRON (A.). — *Flore de France.* Paris (Baillière, tome III, 603-609, 1855-1856.
HARTUNG (E. M.). — Chromosome numbers in *Poa*, *Agropyrum* and *Elymus*. *Amer. J. Bot.*, **33**, 6, 516-531, 1946.
HEGI (G.). — *Illustrierte Flora von Mittel Europa.* Munich (Lehmann), 1906.
HITCHCOCK (A. S.). — *Manual of the Grasses of the United States.* Washington, U. S. D. A., 2nd ed. revised by A. CHASE, *Misc. Publ.* nº 200, 1051 p., 1950.
HOLDEN (J. W. H.) and MOTA (M.). — Non-synchronised meiosis in binucleate pollen mother cells of an *Avena* hybrid. *Heredity*, **10**, 109-117, 1956.
HOST (N. T.). — *Icones et descriptiones Graminum Austriacorum.* Vindobonae (Schmidt), vol. I-IV, 1801-1809.
HOST (N. T.). — *Flora austriaca.* Viennae (Sumptibus Car. Ferd. Beck.), vol. I, 179-183, 1827.
HUNZIKER (J. H.). — Estudio citogenetico de un hibrido entre *Elymus patagonicus* y *Agropyron agroelymoides* (*Gramineae*). *Rev. Invest. Agric.*, Buenos-Aires, **7**, 1, 73-79, 1953.
HUNZIKER (J. H.). — Artificial and natural hybrids in the « *Gramineae* », Tribe *Hordeae*. VIII. Four hybrids *Agropyron* and *Elymus*. *Amer. J. Bot.*, **42**, 459-467, 1955.
HUNZIKER (J. H.) y COVAS (G.). — Estudios morfologicos y citogeneticos sobre el hibrido artificial *Agropyron scabrifolium* × *Hordeum hexaploidum*. *Rev. Invest. Agric.* IX, 3, 155-175, 1955.
HUSNOT (T.). — *Graminées.* Cahan par Athis, Orne (Ed. T. Husnot), 81-83, 1896-1899.
JOHNSON (L. P. V.). — Hybridization of *Triticum* and *Agropyron*. III. Crossing technique. *Canad. J. Res.* C, **15**, 511-519, 1937.
JOHNSON (L. P. V.). — Hybridization of *Triticum* and *Agropyron*. IV. Further crossing results and studies of the F_1 hybrids. *Canad. J. Res.* C, **16**, 417-444, 1938.
JOHNSON (L. P. V.), MCLENNAN (H. A.) and ARMSTRONG (J. M.). — Fertility and morphological characters in *Triticum-Agropyron* hybrids. *Genetics*, **24**, 91-92, 1939.
JONARD (P.). — *Essai de classification des Blés tendres cultivés en France.* Paris (Imprimerie Nationale), Monographies publiées par le C. N. R. A., nº 3, 264 p., 1936.
JONARD (P.). — *Les Blés tendres cultivés en France.* Paris (*Inst. Nat. Rech, Agron.*), 491 p., 1951.
KARPENCHENKO (C. D.). — (Les nouvelles données sur l'hybridation entre l'*Aegilops* et les Blés) (en russe). *Bull. appl. Bot.* and *Plant Breed.* XVII, nº 4, 343-350, 1927.
KHIJNYAK (V. A.). — (A cytogenetical study of *Triticum* × *Agropyron* hybrids and the method of breeding perennial wheats). Preliminary communication (en russe). *Azovo-Chernomorskii Selek. Trudy* nº 1, 25-30, 1936 (résumé dans *Plant Breed. Abstracts*, **7** (951), 302-303, 1937).
KHIJNYAK (V. A.). — Wheat-quitch amphidiploids. *C. R.* (*Doklady*) *Acad. Sci. URSS*, XVII, 9, 489-490, 1937.
KHIJNYAK (V. A.). — Formbildung bei Weizen-Queckenbastarden. *Bull. Acad. Sci. URSS, Série Biol.*, **3**, p. 597, 1938 (résumé dans *Der Züchter* II, p. 211, 1939).
KIHARA (H.). — Origin of wheat. *Wheat Inform. Service*, Kyoto, Japan, nº 1, 36-41, 1954.

KIHARA (H.). — Considerations on the evolution and distribution of *Aegilops* based on the analyser-method. *Cytologia*, **19**, 336-357, 1954.
KIHARA (H.) and LILIENFELD (F.). — A new synthetised 6 x wheat. *Proc. 8th Intern. Genet. Congress*, Stockholm, 307-319, 1949.
KOSTOFF (D.). — Evolutionary significance of chromosome length and chromosome number in plants. *Biodynamica* **51**, 1-14, 1939 (cité par ARMSTRONG *in Sci. Agric.*, **24**, 1944).
KOSTOFF (D.). — Das Verhalten der Chromosomen in Weizenbastarden IV. Die natürlichen Gattungsbartarde *Triticum Timopheevi* × *Agropyrum repens*. *Züchter*, **13**, 269-272, 1941.
KOSTOFF (D.). — Wheat phylesis and wheat breeding from a cytogenetic point of view. *Bibl. Genet.* XIII, 2, 149-224, 1941.
LA COUR (L. F.). — Improvements in everyday technique in plant cytology. *J. Roy. Microscop. Soc.* series III, 51, 119-126, 1931.
LA COUR (L. F.). — Acetic-orcein : a new stain-fixative for chromosomes. *Stain Techn.*, **16**, 169-174, 1941.
LA COUR (L. F.). — Improvements in plant cytological technique. II. *Bot. Rev.*, **13**, n° 4, 216-240, 1947.
LA COUR (L. F.). — Nuclear differentiation in the pollen grain. *Heredity*, **3**, 3, 319-337, 1949.
LAMARK (J. B.). — *Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature*. Paris (Panckoucke), 1re livraison. Botanique, p. 212, 1791.
LEVAN (A.). — The effect of colchicine on root mitoses in *Allium*. *Hereditas*, **24**, 471-486, 1938.
LEVAN (A.). — Studies on the meiotic mechanism of haploid rye. *Hereditas*, **28**, 177-211, 1942.
LILIENFELD (F.). — Genome analysis in *Triticum* and *Aegilops*. X. Concluding review. *Cytologia*, **16**, 101-123, 1951.
LILIENFELD (F.) und KIHARA (H.). — Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops*. V. *Triticum Timopheevi* Zhuk. *Cytologia*, **6**, 87-122, 1934.
LINNE (C.). — *Species Plantarum*. 1re édition, p. 86, 1753. 2e édition, p. 129, 1763.
LJUBIMOVA (V.). — (Rye-*Agropyron* hybrids). In TZITZIN N. V. (ed.). Problema pshenno-pyreinykh gibridov : 211-223. Moskow, Ogiz-selkhozgiz, 1937 (en russe) (cité par STEBBINS and FUNG TING PUN *in Genetics*, **38**, 1953).
LOVE (R. M.). — Occurrence of haploid pollen mother cells in a *vulgare* wheat. *Nature*, **138**, 589-590, 1936.
LOVE (R. M.). — Somatic variation of chromosome numbers in hybrid wheats. *Genetics*, **23**, 517-522, 1938.
LOVE (R. M.) and SUNESON (C. A.). — Cytogenetics of certain *Triticum-Agropyron* hybrids and their fertile derivatives. *Amer. J. Bot.*, **32**, 451-456-1945.
MACFADDEN (E. S.) and SEARS (E. R.). — The origin of *Triticum spelta* and its free-threshing hexaploid relatives. *J. Hered.* **37**, 3, 81-89 et 4, 107-116, 1946.
MARSHALL (H. G.) and SCHMIDT (J. W.). — A study of the meiotic stability of certain *Agrotricum* hybrids. *Agron. J.* **46**, 8, 383-388, 1954.
MATSUMURA (S.). — (Genomanalyse bei *Agropyrum*, als verwandter Gattung von *Triticum*. II. Gattungsbastarde zwischen *Triticum* und *Agropyrum*). *Jap. J. Genet.* suppl. **2**, 35-44, 1949 (japonais, résumé allemand).
MATSUMURA (S.) and MURAMATSU (M.). — F_1 hybrids between three species of *Triticum* and *Agropyrum intermedium*. *Wheat Inform. Service*, **4**, 13-14, 1956.
MATSUMURA (S.) and SAKAMOTO (S.). — Karyotypes of diploid *Agropyron* species. *Wheat Inform. Service*, **2**, p. 19, 1955.
MCGINNIS (R. C.) and UNRAU (J.). — A study of meiosis in a haploid of *Triticum vulgare* Vill. and its progenies. *Canad. J. Bot.* XXX, 1, 40-49, 1952.
MEYER (J. R.). — Colchicine-Feulgen leaf smears. *Stain Techn.*, **18**, 53-56, 1943.

MEYER (J. R.). — Prefixing with paradichlorobenzene to facilitate chromosome study. *Stain Techn.*, **20**, 121-125, 1945.

MOWERY. — Development of the pollen grain and the embryo sac of *Agropyron repens*. *Bull. Torrey Bot. Club*, **56**, 319-324, 1929.

MURAMATSU (M.). — A hybrid between autotetraploid *T. aegilopoides* and *Agropyrum intermedium*. *Wheat Inform. Service* **2**, 19-20, 1955.

MURAMATSU (M.) and SAKAMOTO (S.). — F_1 hybrids between three species of *Aegilops* and *Agropyrum intermedium*. *Wheat Inform. Service*, **4**, 14-15, 1956.

NEVSKI (S. A.). — Agrostologische Studien. IV. Uber das System der Tribe *Hordeeae* Benth. *Acta Inst. Bot. Acad. Sci. URSS* série I, 1, 1-32, 1933 (russe, résumé allemand).

NEVSKI (S. A.). — *Hordeeae* Benth. in Komarov Flora URSS, II, 590-728, 1934.

NEVSKI (S. A.). — Schedae ad Herbarium florae Asiae Mediae. *Acta Univ. Asiae Mediae*, séries VIII, C, Botanica, fasc. 17 (fasc. XXI-XXIII, 1-94) Taschkent 1934.

NIELSEN (E. L.) and HUMPHREY (L. M.). — Grass studies. I. Chromosome numbers in certain members of the tribes *Festuceae, Hordeae, Aveneae, Agrostideae, Chlorideae, Phalarideae* and *Tripsaceae*. *Amer. J. Bot.* 24, 276-279, 1950.

OHLENDORF (A.). — *Triticum-Agropyrumbastarde*. *DLG-Nachr. Pflanzenz.* 95-101, 1950.

OHLENDORF (A.). — Zytologische Untersuchungen an Weizen-Quecken-Bastarden. *Der. Züchter* XXII, 1/2, 34-58, 1952.

OHLENDORF (A.). — Weitere cytologische Untersuchungen an Weizen-Quecken-Bastarden. *Der Züchter*, **25**, 11/12, 331-351, 1955.

OHLENDORF (A.) y RUDORF (Y. W.). — Hibridacion entre *Triticum aestivum* y *Agropyrum intermedium*. *Genetica Iberica*, II, 4, 287-294, 1950.

O'MARA (J. G.). — Observations on the immediate effects of colchicine. *J. Heredity*, **30**, 35-37, 1939.

O'MARA (J. G.). — Acetic acid methods for chromosome studies at prophase and metaphase in meristems. *Stain Techn.*, **23**, 4, 201-204, 1948.

OSTERGREN (G.). — On the morphology of *Agropyron junceum* (L.) P. B., *A. repens* (L.) P. B. and their spontaneous hybrids. *Botaniska Notiser*, 133-143, 1940.

OSTERGREN (G.). — Cytology of *Agropyrum junceum, A. repens* and their spontaneous hybrids. *Hereditas* XXVI, 305-316, 1940.

OSTERGREN (G.). — A hybrid between *Triticum turgidum* and *Agropyrum junceum*. *Hereditas*, XXVI, 395-398, 1940.

OSTERGREN (G.) and LEVAN (A.). — The connection between c-mitotic activity and water solubility in some monocyclic compounds. *Hereditas*, XXIX, 496-498, 1943.

PALISOT DE BEAUVOIS (A.-M., F.-J.). — *Essai d'une nouvelle agrostographie ou nouveaux genres des Graminées*. Paris (chez l'auteur), 182 p., 25 planches, 1812.

PARDI (L.). — II numero dei cromosomi dell' *Agropyrum junceum* P. B. del litorale atlantico e del litorale mediterraneo. *Nuovo Giorn. Botan. Ital.* n. s. **44**, 4, 1937.

PERSON (C.). — An analytical study of chromosome behavior in a wheat haploid. *Canad. J. Bot.*, **33**, 1, 11-30, 1955.

PERSOON (C. H.). — *Synopsis plantarum*. Parisiis Lutetiorum (apud C. F. Cramerum) tome I, p. 109, 1805.

PETO (F. H.). — Chromosome numbers in the *Agropyrons*. *Nature* CXXIV, 181-182, 1929.

PETO (F. H.). — Cytological studies in the genus *Agropyron*. *Canad. J. Res.*, **3**, 428-448, 1930.

PETO (F. H.). — Hybridization of *Triticum* and *Agropyron*. II. Cytology of the male parents and F_1 generation. *Canad. J. Res.* C, **14**, 203-214, 1936.

PETO (F. H.). — Hybridization of *Triticum* and *Agropyron*. V. Doubling the chromosome number in *T. vulgare* and F_1 of *T. vulgare* × *A. glaucum* by treatments. *Canad. J. Res.* C., **16**, 516-529, 1938.

PETO (F. H.). — Chromosome doubling induced by temperature shocks in hybrid zygotes of *Triticum vulgare* pollinated with *Agropyron glaucum*. *Genetics*, **24**, 1, p. 93, 1939.

PETO (F. H.). — Fertility and meiotic behaviour in F_1 and F_2 generations of *Triticum-Agropyron* hybrids. *Genetics*, **24**, 1, p. 93, 1939.

PETO (F. H.). — Cytology of *Triticum-Agropyron* backcrosses. *Proc. 7th Intern. Genet. Congress* Edinburgh 235-236, 1939.

PETO (F. H.) and BOYES (J. W.). — Hybridization of *Triticum* and *Agropyron*. VI. Induced fertility in vernal Emmer × *A. glaucum*. *Canad. J. Res.*, C, **18**, 230-239, 1940.

PETO (F. H.) and YOUNG (G. A.). — Hybridization of *Triticum* and *Agropyron*. VII. New fertile amphidiploids. *Canad. J. Res.* C, **20**, 123-129, 1942.

POPE (W. K.). — Comparative cytology of colchicine-induced and open pollinated derivatives of hybrids of *Agropyron trichophorum* with *Triticum durum, T. Timopheevi* and *T. macha*. *Report of the 5th Western Wheat Conf.* U. S. D. A. Bur. Plant. Ind. Washington, p. 82, 1950, (résumé dans *Plant Breed. Abstracts* XXI, p. 76, 1951).

POPE (W. K.) and LOVE (M. R.). — Comparative cytology of colchicine induced amphidiploids of interspecific hybrids : *Agropyron trichophorum* × *Triticum durum, T. Timopheevi* and *T. macha*. *Hilgardia* XXI, 15, 411-426, 1952.

POPOWA (G. I.). — Cytologische Untersuchung eines neuen Bastardes *Triticum Timopheevi* × *A. elongatum*. Cytologia, **9**, 495-498, 1939.

PRAT (H.). — L'épiderme des Graminées. Étude anatomique et systématique. *Ann. Sci. Nat. Bot.* 10e série, XIV, 117-324, 1931.

RAUNKIAER (C.). — Om danske *Agropyrum* Arte. Isoreagent studier II *Botanisk. Tidsskrift*, **39**, 329-347, 1927.

REICHENBACH (L.). — *Agrostographia germanica sistens Icones Graminearum et Cyperoidearum*. Leipzig (Hofmeister) I et II, 1850.

ROLLEN (A.). — Essais de coloration de préparations par l'orcéine acétique. *Bull. Soc. Bot.*, **96**, 105-106, 1949.

ROLLEN (A.). — Rôle de l'acide chlorhydrique dans les colorations par l'orcéine acétique. *Bull. Soc. Bot.*, **96**, 110-111, 1949.

ROUY (G.). — *Flore de France*. Paris (Deyrolle) tome XIV, 312-317, 1913.

ROUY (G.). — *Conspectus de la Flore de France*. Paris (Lechevalier), p. 295, 1927.

SACHS (L.). — Chromosome mosaics in experimental amphidiploids in the *Triticinae*. *Heredity*, VI, **2**, 157-170, 1952.

SACHS (L.). — Chromosome behaviour in species hybrids with *Triticum Timopheevi*. *Heredity* VII, **1**, 49-58, 1953.

SAKAMURA (T.). — Kurze Mitteilung über die Chromosomenzahlen und die Verwandtschaftsverhältnisse der *Triticum* Arten. *Bot. Maga.* Tokyo **32**, 151-154, 1918 (cité par MCFADDEN et SEARS *in J. Heredity* **37**, 1946).

SAPEHIN (A. A.). — Cytological investigations of *Triticum-Agropyrum* hybrids. *J. Bot. URSS* **20**, 119-125, 1935 (résumé dans *Plant Breed. Abstracts*, **6**, p. 43, 1935).

SARKAR (P.). — A karyomorphological study on the genus *Eremopyrum*. *Wheat Inform. Service* **2**, 17-19, 1955.

SARKAR (P.) and STEBBINS (G. L.). — Morphological evidence concerning the origin of the B genome in wheat. *Amer. J. Bot.*, **43**, 4, 297-304, 1956.

SAX (K.). — Chromosome relationships in wheat. *Science* n. s., **54**, 413-415, 1921.

SCHNEIDERMANN (J.). — (Sélection des hybrides de Blé et de chiendent). Extrait du C. R. scientifique de l'Inst. de culture des céréales dans le Nord-Est de l'URSS (traduit du russe, transmis en 1947).

SCHRIMPF (K.). — Ein Beitrag zur Phylogenie und Systematik der Gattung *Triticum*. *Z. Pflanzenzücht.* XXXI, 42-71, 1951.

SCHULZ (A.). — *Die Geschichte der kultivierten Getreide.* Halle (Nebert) 1913 (cité par MCFADDEN et SEARS *in J. of Heredity* 1946).

SEARS (E. R.). — Amphidiploids in the seven chromosomes *Triticinae. Missouri Agric. Exp. Sta. res. bull.* 336, 46 p., 1941.

SEARS (E. R.). — Chromosome pairing and fertility in hybrids and amphidiploids in the *Triticinae. Missouri Agric. Exp. Sta. res. bull.* 337, 20 p., 1941.

SEARS (E. R.). — The cytology and genetics of the wheats and their relatives. *Advances in Genetics* II, 239-270, 1948.

SHARMA (A. K.) and BHATTACHRYYA (N. K.). — An investigation on the possibilities of the use of phenols in chromosome analysis. *Genetica*, **28**, 1/2, 121-142, 1956.

SIMONET (M.). — Sur la valeur taxinomique de l'*Agropyrum acutum* Roehm. et S. Contrôle cytologique. *Bull. Soc. Bot. France* LXXXI, 801-814, 1934.

SIMONET (M.). — Contributions à l'étude cytologique et génétique de quelques *Agropyrum*. *C. R. Acad. Sci.* CCI, p. 1210, 1935.

SIMONET (M.). — Observations sur quelques espèces et hybrides d'*Agropyrum*. I. Revision de l'*Agropyrum junceum* (L.) P. B. et de l'*Agropyrum elongatum* (Host) P. B. d'après l'étude cytologique. *Bull. Soc. Bot. France* LXXXII, 624-632, 1935.

SIMONET (M.). — Etude cytologique d'un hybride naturel intergénérique d'*Hordeum* et d'*Agropyrum* : × *Hordeopyrum* Rouxi Nob. *C. R. Acad. Sci.* CCXXVII, 1755-1757, 1953.

SIMONET (M.) et CHESNEAUX (M. T.). — Etude cytogénétique de deux céréales haploïdes. *C. R. Acad. Sci.* tome, 238, 147-149, 1954.

SIMONET (M.) et CHOPINET (R.). — Contribution à l'étude descriptive d'un hybride méditerranéen de Graminées : × *Hordeopyrum* Rouxi (*Hordeum secalinum* × *T. repens* var. *littorale*). 79e *Congrès des Sociétés savantes*, 211-216, 1954.

SIMONET (M.), DOMMERGUES (P.) et LANGLADE (C.). — Sur l'obtention d'un engrain tétraploïde (*T. monococcum* L. var. *flavescens* Körn) après traitement colchicinique. 68e *Congrès Assoc. Franc. Avancement Sci.* Clermont-Ferrand, 128-129, 1949.

SIMONET (M.) et GUINOCHET (M.). — Observations sur quelques espèces et hybrides d'*Agropyrum*. II. Sur la répartition géographique des races caryologiques de l'*Agropyrum junceum* (L.) P. B. *Bull. Soc. Bot. France* 85, 175-179, 1938.

SIPKOV (T. P.). — (Une contribution à la cytologie des hybrides *Agropyrum-Triticum*). *Bull. appl. Bot. et Plant Breed.* série II, nº **9**, 359-360, 1936 (en russe).

SMITH (D. C.). — Intergeneric hybridization of cereals and other grasses. *J. Agric. Res.*, **64**, 1, 33-47, 1942.

SMITH (D. C.). — Intergeneric hybridization of *Triticum* and other grasses, principally *Agropyron*. *J. Heredity*, **34**, 7, 219-224, 1943.

SMITH (L.). — Cytogenetics of a factor for multiploid sporocytes in barley. *Amer. J. Bot.*, **29**, 451-456, 1942.

STEBBINS (G. L. jr). — Type of polyploids : their classification and significance. *Advances in Genetics* I, 403-429, 1947.

STEBBINS (G. L. jr). — *Variation and evolution in plants.* New York (Columbia Univ. Press), 2e éd., 643 pp., 1951.

STEBBINS (G. L.) and FUNG TING PUN. — Artificial and natural hybrids in the *Gramineae*, tribe *Hordeae*. V. Diploid hybrids of *Agropyron*. *Amer. J. Bot.*, XL, 6, 444-449, 1953.

STEBBINS (G. L.) and FUNG TING PUN. — Artificial and natural hybrids in the *Gramineae*, tribe *Hordeae*. VI. Chromosome pairing in *Secale cereale* × *Agropyrum intermedium* and the problem of genome homologies in the *Triticinae*. *Genetics*, **38**, 600-608, 1953.

STEBBINS (G. L.) and SINGH (R.). — Ibidem. IV. Two triploid hybrids of *Agropyron* and *Elymus*. *Amer. J. Bot.*, **37**, 5, 388-393, 1950.
STEBBINS (G. L.) and SNYDER (L. A.). — Ibidem. IX. Hybrids between western and eastern north american species. *Amer. J. Bot.*, **43**, 4, 305-312, 1956.
STEBBINS (G. L.) and VAARAMA (A.). — Ibidem. VII. Hybrids and allopolyploids between *Elymus glaucus* and *Sitanion* spp. *Genetics*, **39**, 3, 378-395, 1954.
STEBBINS (G. L.), VALENCIA (J. I.) and VALENCIA (R. M.). — Ibidem. I. *Elymus*, *Sitanion* and *Agropyron*. *Amer. J. Bot.*, **33**, 5, 338-351, 1946.
STEBBINS (G. L.), VALENCIA (J. I.) and VALENCIA (R. M.). — Ibidem. II. *Agropyron*, *Elymus* and *Hordeum*. *Amer. J. Bot.* **33**, 7, 579-586, 1946.
STEBBINS (G. L.) and WALTERS (M. S.). — Ibidem. III. Hybrids involving *Elymus condensatus* and *Elymus triticoïdes*. *Amer. J. Bot.*, **36**, 3, 291-301, 1949.
STOLZE (K. V.). — Die Chromosomenzahlen der hauptsächlichsten Getreidearten nobst allgemeinen Betrachtungen über Chromosomen, Chromosomenzahl und Chromosomengrösse in Pflanzenreich. *Bibliotheca Genetica* 8, 1-71, 1925 (cité par OSTERGREN *in Hereditas*, **26**, 1940).
SUNESON (C. A.) and POPE (W. K.). — Progress with *Triticum* × *Agropyron* crosses in California. *J. Amer. Soc. Agron.*, **38**, 956-963, 1946.
TOMASI (J. A. de). — Improving the technic of the Feulgen stain. *Stain Techn.*, **11**, 137-144, 1936.
THOMPSON (D. L.) and GRAFIUS (J. E.). — Cytological observations of the F_1 and two backcross generations of *Triticum vulgare* × *Agropyron trichophorum*. *Agron. J.*, **42**, 6, 298-303, 1950.
TJIO (J. H.) and LEVAN (A.). — The use of oxyquinoline in chromosome analysis (with an appendix by STALFELT M. B.). The effect of oxyquinoline on protoplasmic viscosity. *Ann. Est. Exp. Aula Dei*, II, 1, 21-64, 1950.
TJIO (J. H.) and LEVAN (A.). — Some experiences with acetic orcein in animal chromosomes. *Ann. Est. Exp. Aula Dei*, **3**, 225-228, 1954.
TOMETORP (G.). — Cytological studies on haploid *Hordeum distichum Hereditas*, **25**, 241-254, 1939.
TZITZIN (N. V.). — (*Problems of winter and perennial wheat*). Moscow (Seljhozgiz), 101 pp., 1935 (russe, résumé anglais).
TZITZIN (N. V.). — (The problem of perennial wheat). *Selek. i. Semen.* 2, 21-27, 1936 (en russe) (résumé dans *Plant Breed. Abstracts*, **7**, p. 184, 1937).
TZITZIN (N. V.). — (*The problem of Triticum-Agropyrum* hybrids). Ogiz Selkhozgiz, 235 pp. 1937 (en russe) (résumé dans *Plant Breed. Abstracts*, **9**, 47-50, 1939).
VAKAR (B. A.). — Bastarde zwischen Arten der Gattung *Triticum* und Arten der Gattung *Agropyrum*. *Der Züchter*, **6**, 211-215, 1934.
VAKAR (B. A.). — Cytologische Untersuchung der ersten Generation der Weizen-Queckengrasbastarde. *Der Züchter*, **7**, 199-206, 1935.
VAKAR (B. A.). — (*Cytological analysis of Triticum* × *Agropyron hybrids*). Omsk (Ogiz), 31 pp., 1935 (russe, résumé anglais).
VAKAR (B. A.). — (*Cytology of Triticum-Agropyron hybrids*) Omsk, (Ogiz), 64 pp., 1935 (russe, résumé anglais).
VAKAR (B. A.). — Zytologische Analyse der Weizen-*Agropyrum* Bastarde. *Sibirischeswissenschaftl. Inst. für Getreidewirtschaft*, Omsk S. 3-30, 1935 (résumé dans *Resumptio Genetica*, X, 4, 165-166, 1936).
VAKAR (B. A.). — (*Triticum-Agropyrum* hybrids. A cytogenetical investigation.) *Bull. appl. Bot. et Plant Breed.* series II, 8, 121-161, 1935 (russe, résumé anglais p. 200-204).
VAKAR (B. A.). — Cytologische Untersuchung über F_1 der Weizen-Queckengrasbastarde. *Cytologia*, **7**, 293-312, 1936.
VERUSCHKINE (S. M.). — (On the way towards perennial wheat : *Triticum* × *Agropyrum* hybrids). *Social Zern. Hoz.* n° 4, 77-83, 1935 (russe, résumé dans *Herbage Abstracts*, **6**, 1, p. 32, 1936).

VERUSCHKINE (S. M.). — (The main trend in the work with *Triticum* X *Agropyron*, hybrids at the Saratov Station). *Select Semensvod.* **8**, 23-35, 1936 (russe, résumé dans *Herbage Abstracts*, **7**, 1, p. 15, 1937).

VERUSCHKINE (S. M.). — (*Hybridization of Triticum with Agropyron*). Saratov (Ogiz) 32-36, 1935 (russe, résumé dans *Herbage Abstracts*, **7**, 205, 1937).

VERUSCHKINE (S. M.). — (The main trend in work with *Triticum* × *Agropyron hybrids* at the Saratov Plant Breeding Station). *Pod. Znam. Marx.* nº 7, 154-158, 1936 (russe, résumé dans *Herbage Abstracts*, **7**, p. 206, 1937).

VERUSCHKINE (S. M.) and SCHECHURDINE (A.). — Hybrids between wheat and couch grass. *J. Heredity*, **24**, 328-335, 1933.

VILLAX (E.) and MOTA (M.). — Behaviour of a *Triticum* × *Secale* hybrid under the action of colchicine. *Nature*, **172**, 412-413, 1953.

WADDINGTON (C. H.). — *An introduction to modern genetics*. London (G. Allen and Unwin Ltd), 441 p.,160 fig., 1939.

WHITE (W. J.). — Intergeneric crosses between *Triticum* and *Agropyron*. *Sci. Agric.*, **21**, 198-232, 1940.

ZHEBRAK (A.). — Synthesis of new species of wheats. *Nature*, **153**, 549-551, 1944.

RÉCAPITULATION DES TABLEAUX CITÉS DANS LE TEXTE

TABLEAU I. — Classification des Blés d'après McFADDEN et SEARS (1946) 397

TABLEAU II. — Clones d'*Agropyrum* prélevés en France : Résultats de l'analyse chromosomique..... 412

TABLEAU III. — Hybridations entre espèces d'*Agropyrum* 413

TABLEAU IV. — Tableau synoptique mettant en évidence les synonymies entre les appellations diverses utilisées pour chacune des espèces d'*Agropyrum* par les principaux auteurs cités 420

TABLEAU V. — Caractères en végétation des principales espèces d'*Agropyrum* 420

TABLEAU VI. — Caractères de l'épi 424

TABLEAU VII. — Caractères de la glume inférieure 420

TABLEAU VIII. — Caractères des glumelles 420

TABLEAU IX. — Caractères du rachis 425

TABLEAU X. — Étude comparative du comportement en M_1 des différentes espèces d'*Agropyrum* 432

TABLEAU XI. — Fréquence relative des différents types de bivalents, et nombre de chiasmata observés chez les différentes espèces d'*Agropyrum* 433

TABLEAU XII. — Fréquence relative des différents types de quadrivalents observés chez les espèces hexaploïdes et octoploïdes d'*Agropyrum* 434

TABLEAU XIII. — Caractères de l'hybride F_1 *A. campestre* × *A. repens*, comparé à ses deux parents 442

TABLEAU XIV. — Caractères de l'hybride F_1 *A. junceum med.* × *A. campestre*, comparé à ses deux parents..... 443

TABLEAU XV. — Caractères de l'hybride F_1 *A. junceum med.* × *A. littorale*, comparé à ses deux parents 444

TABLEAU XVI. — Caractères de l'hybride F_1 *A. junceum med.* × *A. intermedium* comparé à ses deux parents 445

TABLEAU XVII. — Caractères de l'hybride F_1 *A. campestre* × *A. intermedium* comparé à ses deux parents..... 446

TABLEAU XVIII. — Caractères de l'hybride F_1 *A. intermedium* × *A. littorale* comparé à ses deux parents 447

TABLEAU XIX. — Étude comparative du comportement en M_1 de quelques hybrides F_1 entre espèces d'*Agropyrum* 448

TABLEAU XX. — Fréquence relative des différents types de bivalents observés chez les hybrides F_1 entre espèces d'*Agropyrum* 448

TABLEAU XXI. — Fréquence relative des différents types de trivalents observés chez les hybrides F_1 entre espèces d'*Agropyrum*.. 449

TABLEAU XXII. — Fréquence relative des différents types de quadrivalents observés chez les hybrides F_1 entre espèces d'*Agropyrum*. 449

TABLEAU XXIII. — Résultats observés dans l'étude des associations chromosomiques chez les *Agropyrum*, et valeurs théoriques (Th.) déduites des formules génomiques proposées 456

TABLEAU XXIV. — Croisements effectués entre *Triticum* et *Agropyrum*. 460
TABLEAU XXV. — Caractères de l'hybride F_1 *T. dicoccum* × *A. campestre*, comparé à ses deux parents 462
TABLEAU XXVI. — Caractères de l'hybride F_1 *T. Timopheevi* × *A. campestre* comparé à ses deux parents 463
TABLEAU XXVII. — Étude comparative du comportement en M_1 des hybrides F_1 entre des Blés tétraploïdes et *A. intermedium* ou *A. campestre* 465
TABLEAU XXVIII. — Étude du comportement méiotique des F_1 entre les Blés tétraploïdes et *A. intermedium* ou *A campestre*..... 467
TABLEAU XXIX. — Comportements moyens observés en M_1 par différents auteurs chez les F_1 entre *A. intermedium* (Host.) P. B. ($2n = 42$) et des Blés tétraploïdes ou hexaploïdes,..... 468
TABLEAU XXX. — Étude du comportement moyen observé en M_1 chez différentes F_1 (*T. vulgare* × *A. intermedium*) et chez les espèces parentes. 470
TABLEAU XXXI. — Étude du comportement méiotique des F_1 entre *T. vulgare* et *A. intermedium* (suite) 471
TABLEAU XXXII. — F_1 (*T. vulgare* var. Dr. MAZET × *A. intermedium*). Méiose. Étude du nombre moyen d'univalents dans plusieurs étamines prélevées simultanément pour chaque plante F_1 et traitées identiquement (1954) 472
TABLEAU XXXIII. — Étude du comportement moyen observé en M_1 chez différentes F_1 *T. vulgare* × *A.* (*elongatum* 10*x*) 476
TABLEAU XXXIV. — Étude du comportement méiotique des F_1 *T. vulgare* × *A.* (*elongatum* 10*x*) (suite) 476
TABLEAU XXXV. — Résultats du recroisement des F_1 (*T. vulgare* × *A. intemédium*) par *T. vulgare* 478
TABLEAU XXXVI. — Constitution du pollen et fertilité chez les plantes F_2 de la R_1 (*T. vulgare* × *A. intermedium*) × *T. vulgare*..... 479
TABLEAU XXXVII. — Appariements moyens observés chez les descendants amphidiploïdes et F_1 de R_1 de quelques hybrides (*Triticum* × *Agropyrum*) 481
TABLEAU XXXVIII. — Étude du comportement méiotique : 1) Amphidiploïdes issus des F_1 entre *T. dicoccum* ou *T. Timopheevi* et *A. intermedium*. 2) F_1 de R_1 (*T. vulgare* var. V.27 × *A. intermedium*) × V.27 483
TABLEAU XXXIX. — Obtention des amphidiploïdes par traitement des F_1 à la colchicine..... 484
TABLEAU XL. — Étude comparative de la fertilité de quelques plantes des deux amphidiploïdes (*T. dicoccum* × *A. intermedium*) et (*T. Timopheevi* × *A. intermedium*) 486
TABLEAU XLI. — Fréquence d'apparition des cellules-mères du pollen à nombres réduits chez l'amphidiploïde *T. dicoccum* × *A. intermedium*..... 488
TABLEAU XLII. — Étude du comportement méiotique des amphidiploïdes C_2 issus des F_1 (*T. vulgare* var. Dr. MAZET × *A. intermedium*) 491
TABLEAU XLIII. — Étude du comportement des amphidiploïdes C_2 issus des F_1 (*T. vulgare* var. Dr MAZET × *A. intermedium* (suite).... 491
TABLEAU XLIV. — Autosyndèse et allosyndèse chez les F_1 entre *Triticum* (ou *Secale*) et *Agropyrum*..... 493

PLANCHE 1. — Pièces florales des différentes espèces d'*Agropyrum* étudiées : *a*) glume inférieure, *b*) première fleur (face interne). — 1. *A. junceum mediterraneum* (L.) S. — 2. *A. junceum boreo-atlanicum* (L.) S. G. — 3. *A. littorale* (Host) Dum.

PLANCHE 1 *(suite)*. — 4. *A. campestre* G. G. — 5. *A. repens* (L.) P. B. — 6. *A. caninum* (L.) P. B. — 7. *A. intermedium* (Host) P. B. — 8. *A. elongatum* (Host) P. B.

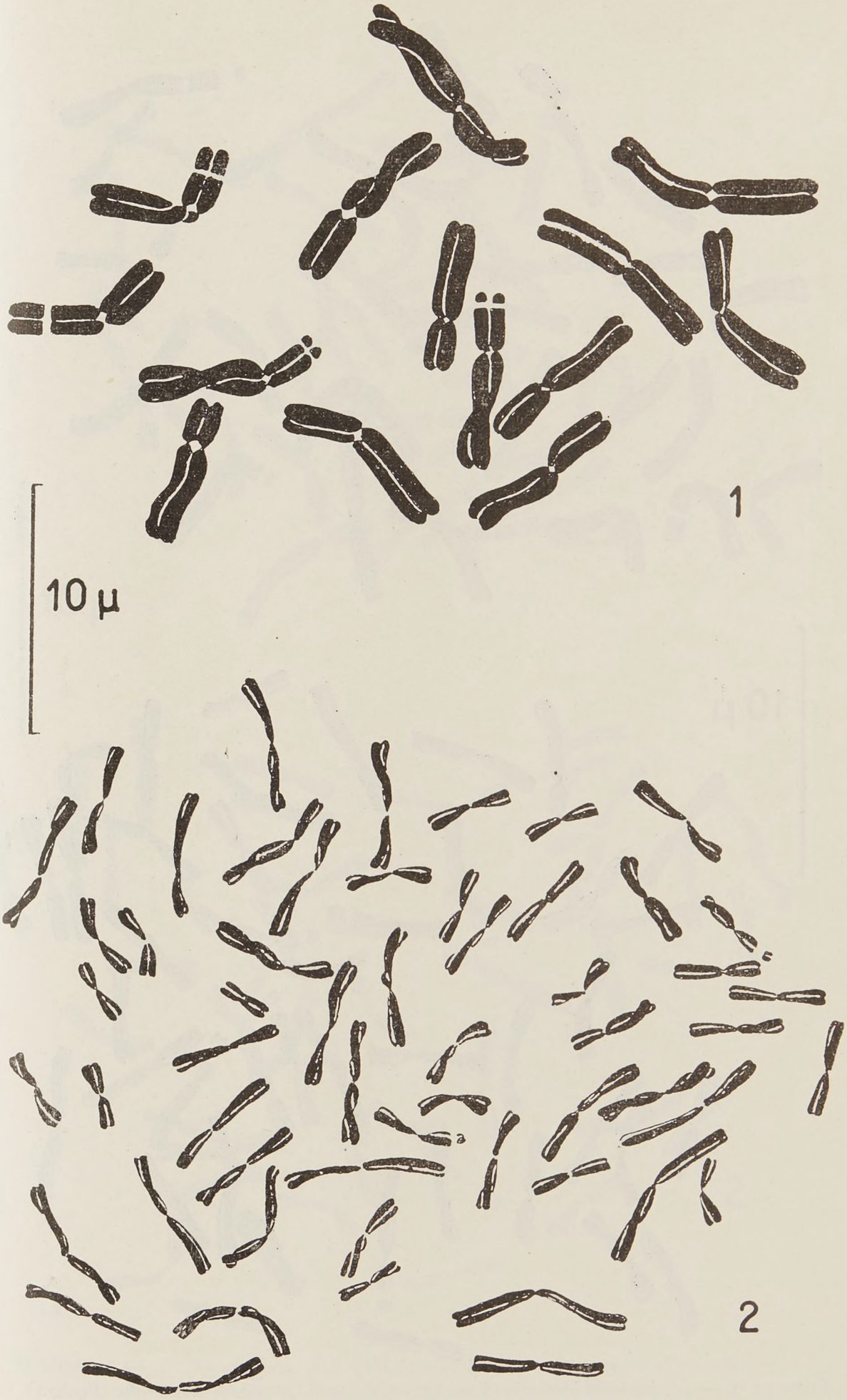


PLANCHE 2. — 1. *A. elongatum* (Host) P. B. $2n = 14$ mitose somatique (Feulgen). — 2. *A. campestre* G. G. $2n = 56$ mitose somatique (Feulgen).

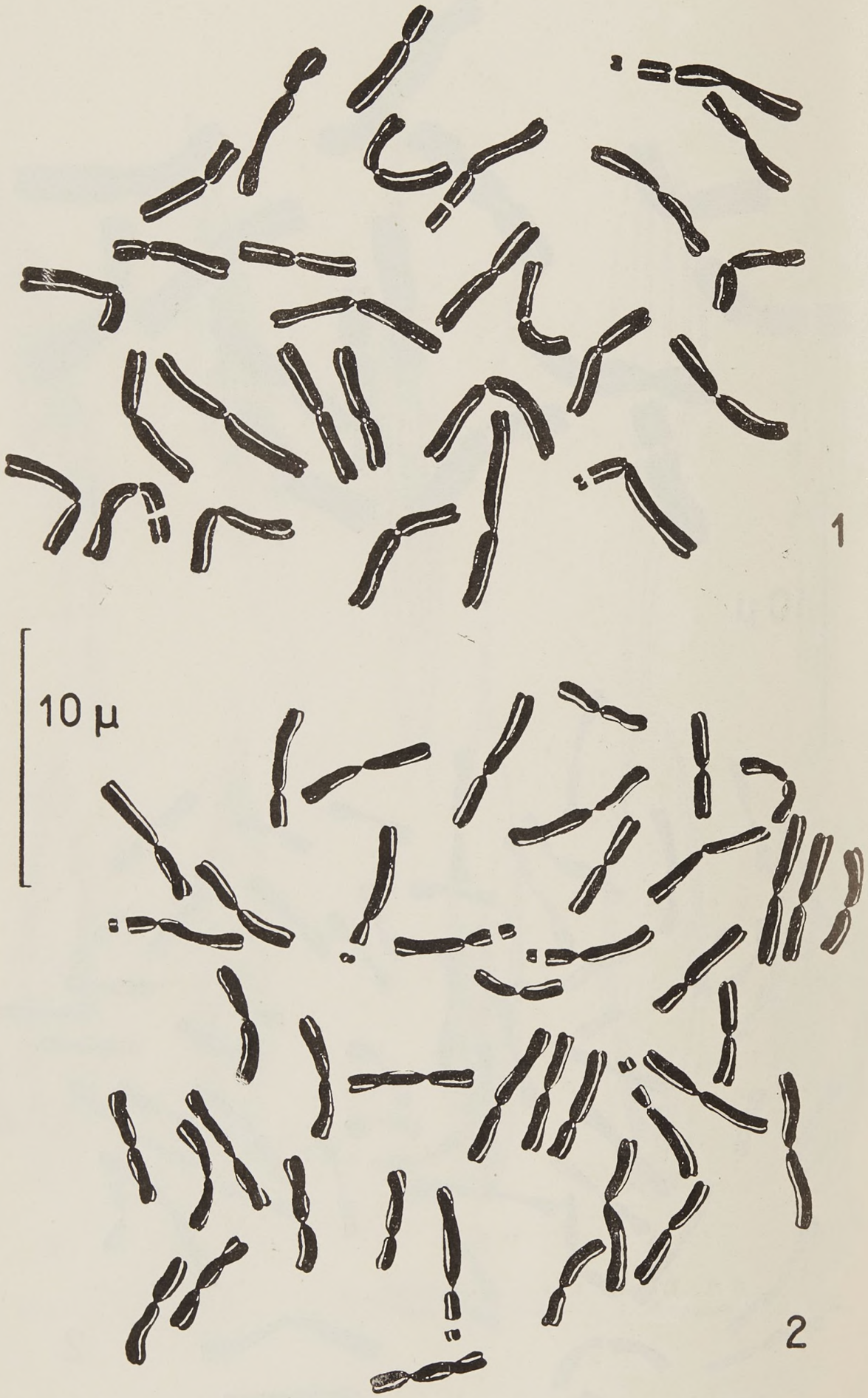


PLANCHE 3. — *A. junceum boreo-atlanticum* (L.) S. G. $2n = 28$ mitose somatique (Feulgen). — 2. *A. junceum mediterraneum* (L.) S. $2n = 42$ mitose somatique (Feulgen).

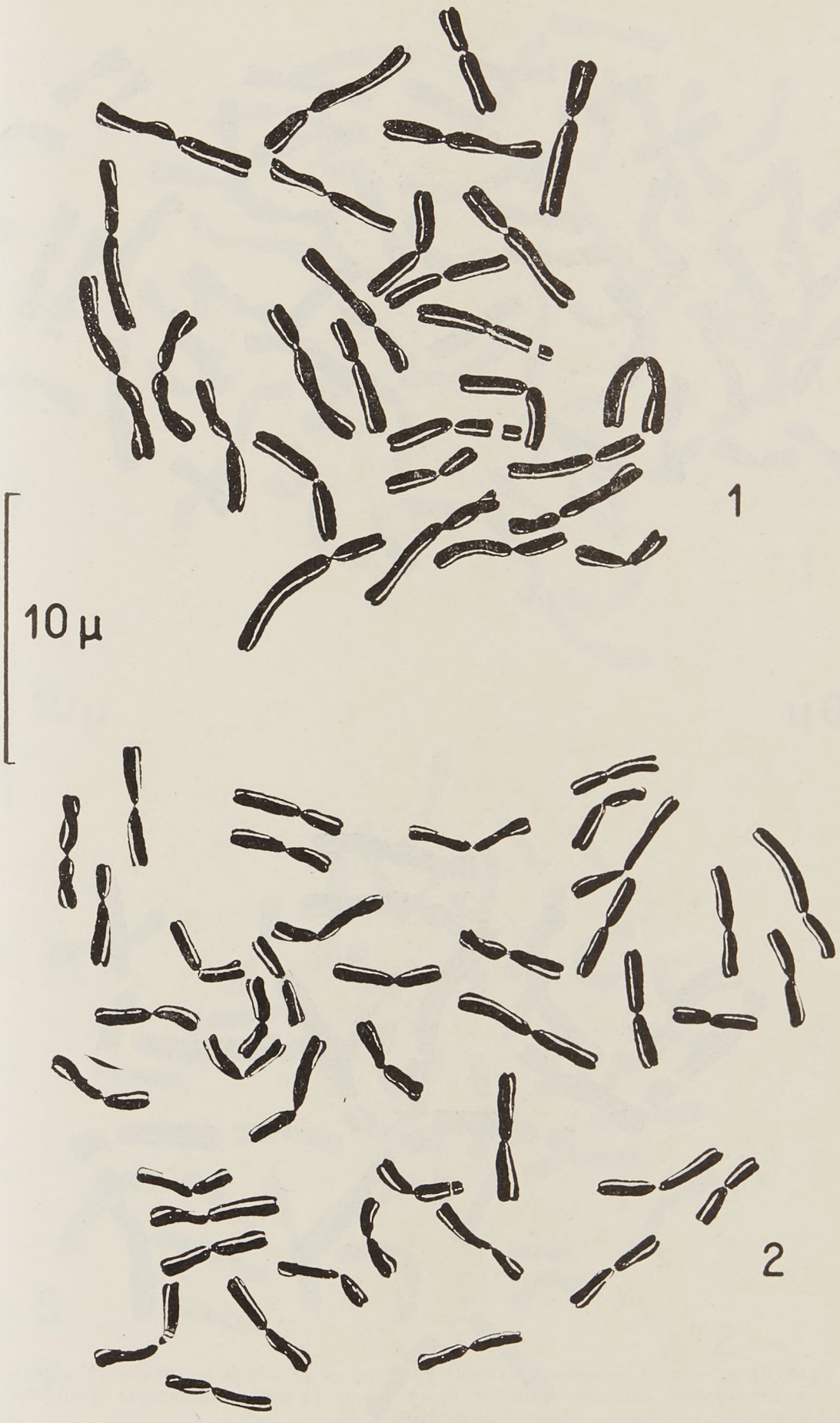
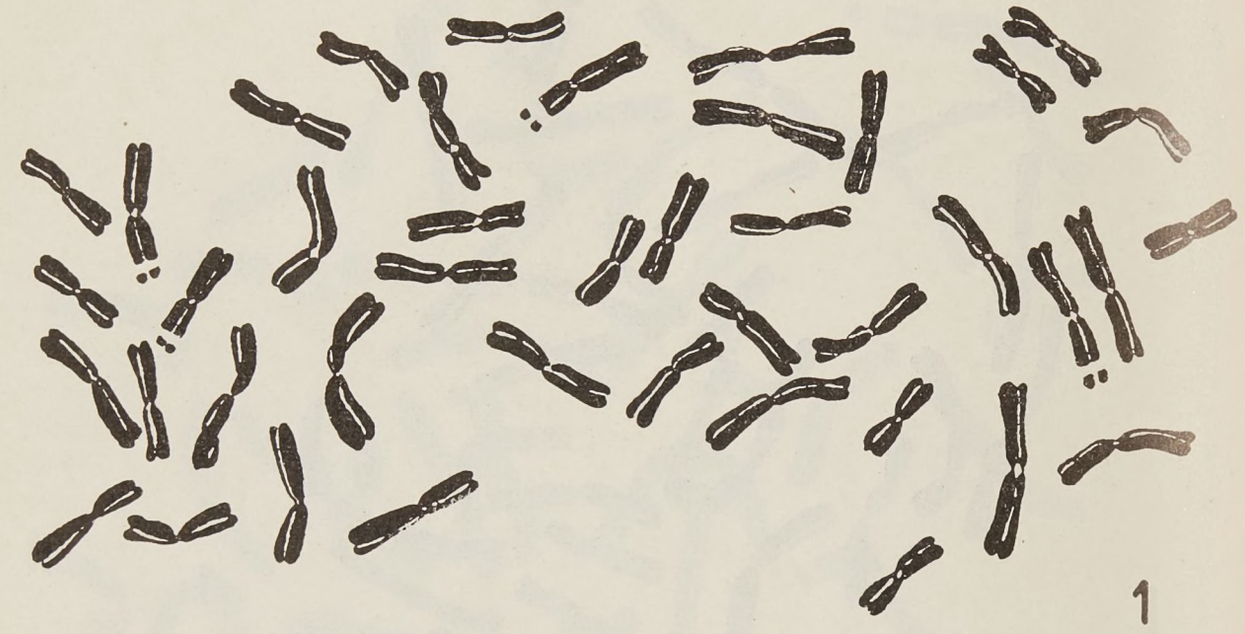


PLANCHE 4. — 1. *A. caninum* (L.) P. B. $2n = 28$ mitose somatique (Feulgen). — 2. *A. repens* (L.) P. B. $2n = 42$ mitose somatique (Feulgen).



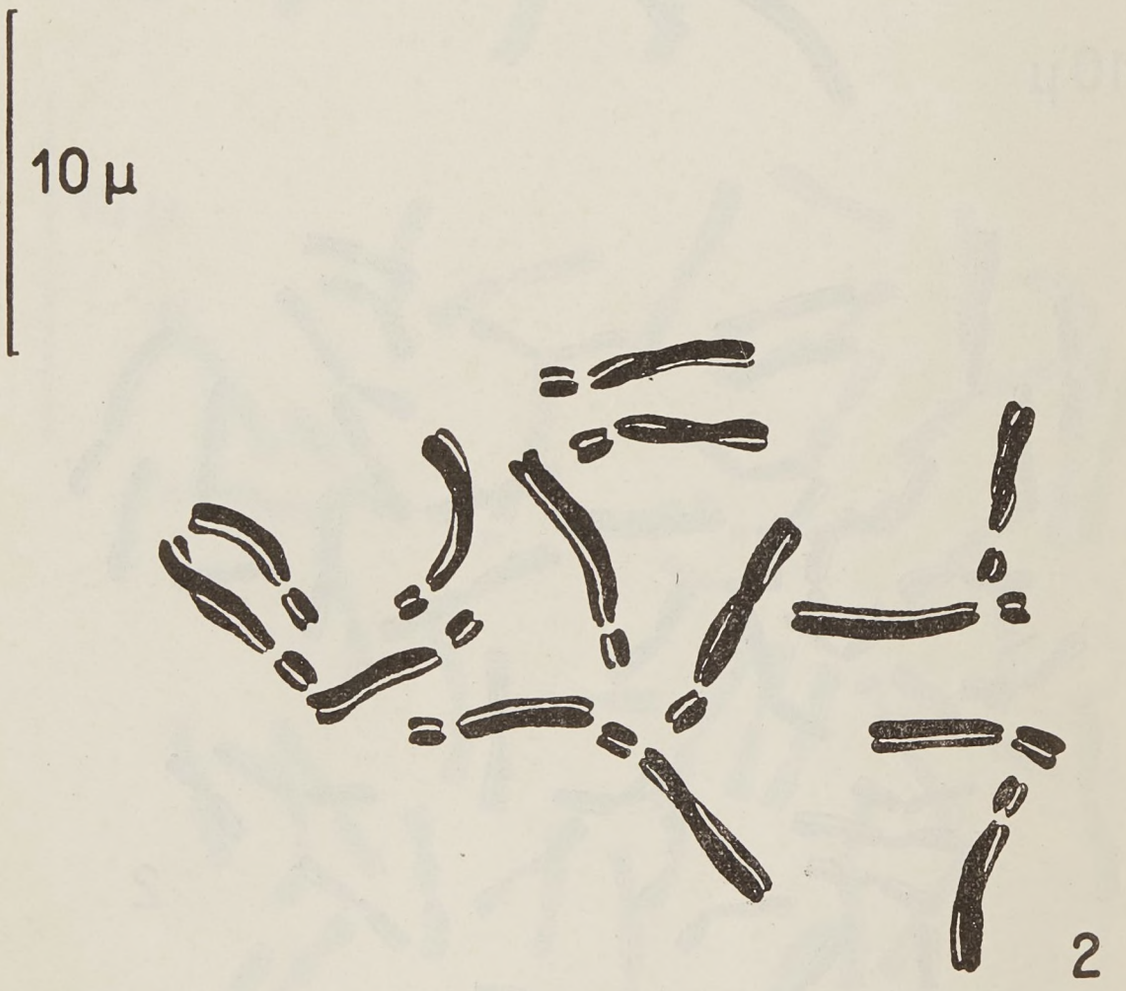


PLANCHE 5. — 1. *A. intermedium* (Host) P. B. $2n = 42$ mitose somatique (Feulgen). — 2. *Eremopyrum triticeum* Jaub. et Spach. $2n = 14$ mitose somatique (Feulgen).

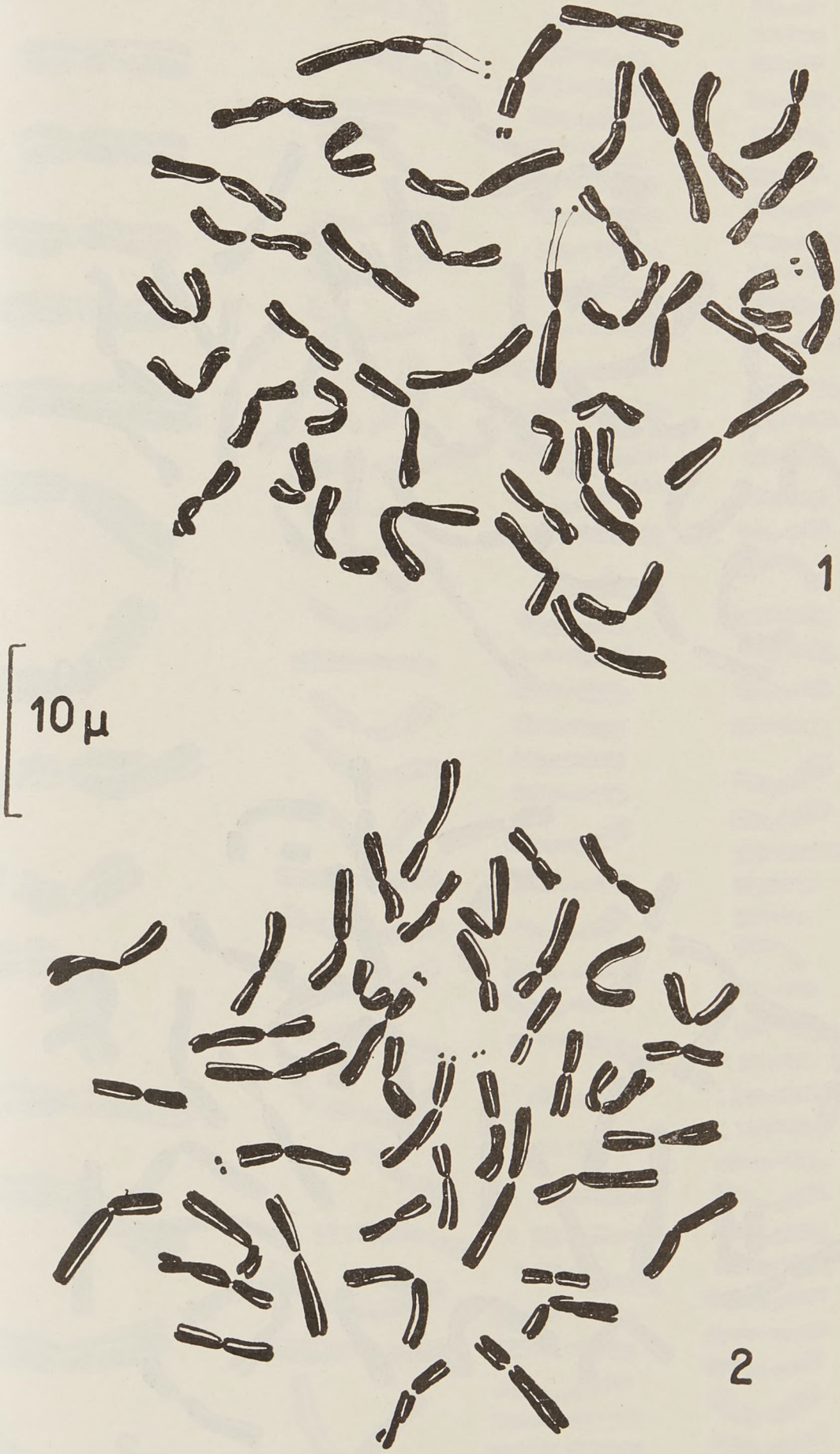


PLANCHE 6. — 1. *A. intermedium* (Host) P. B. $2n = 42$ mitose somatique (orcéine).— 2. *A. littorale* (Host) Dum. $2n = 42$ mitose somatique (orcéine).

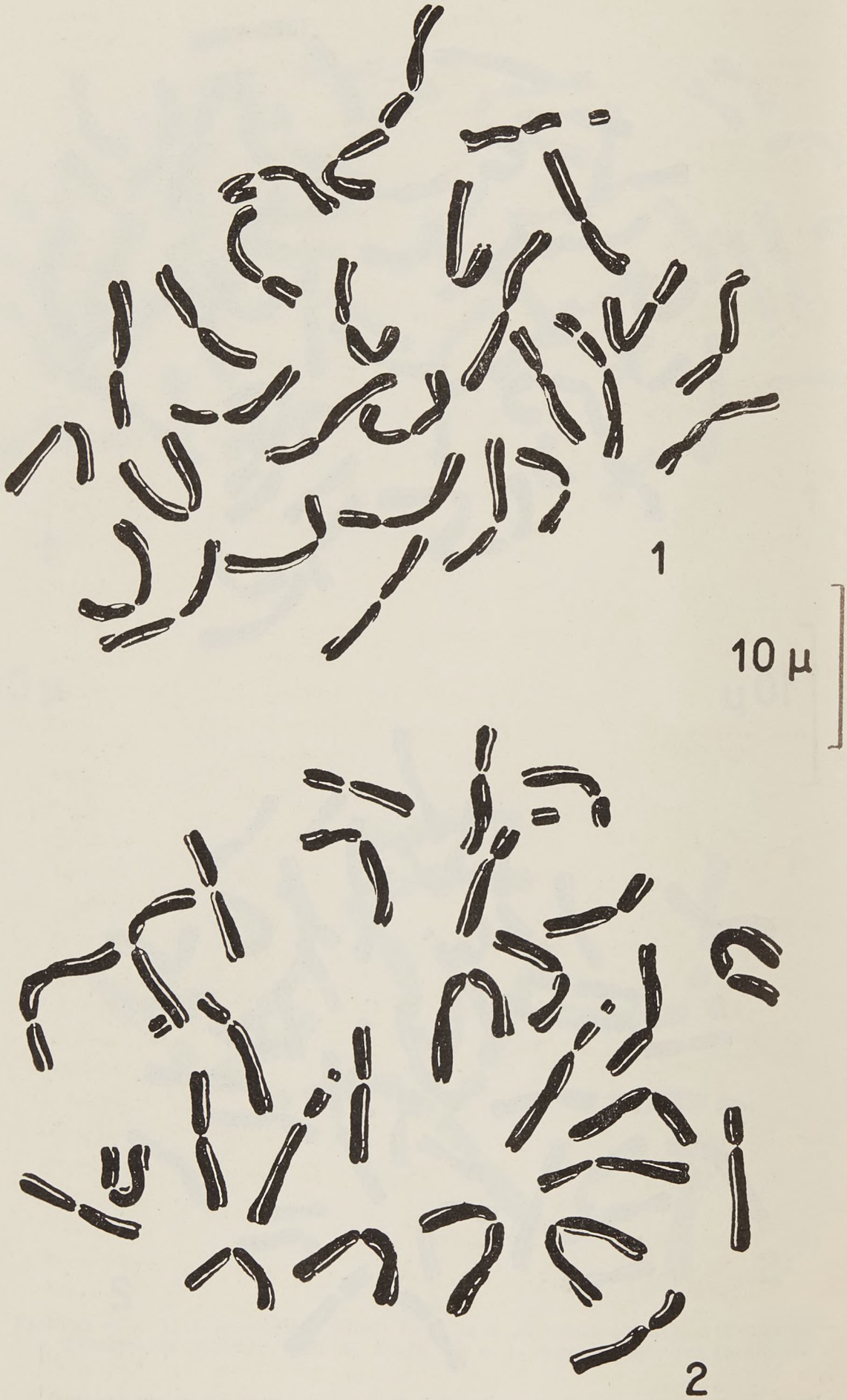


PLANCHE 7. — *A. caninum* (L.) P. B. $2n = 28$ (orcéine). — 2. *A. junceum boreo-atlanticum* (L.) S. G. $2n = 28$ (orcéine).

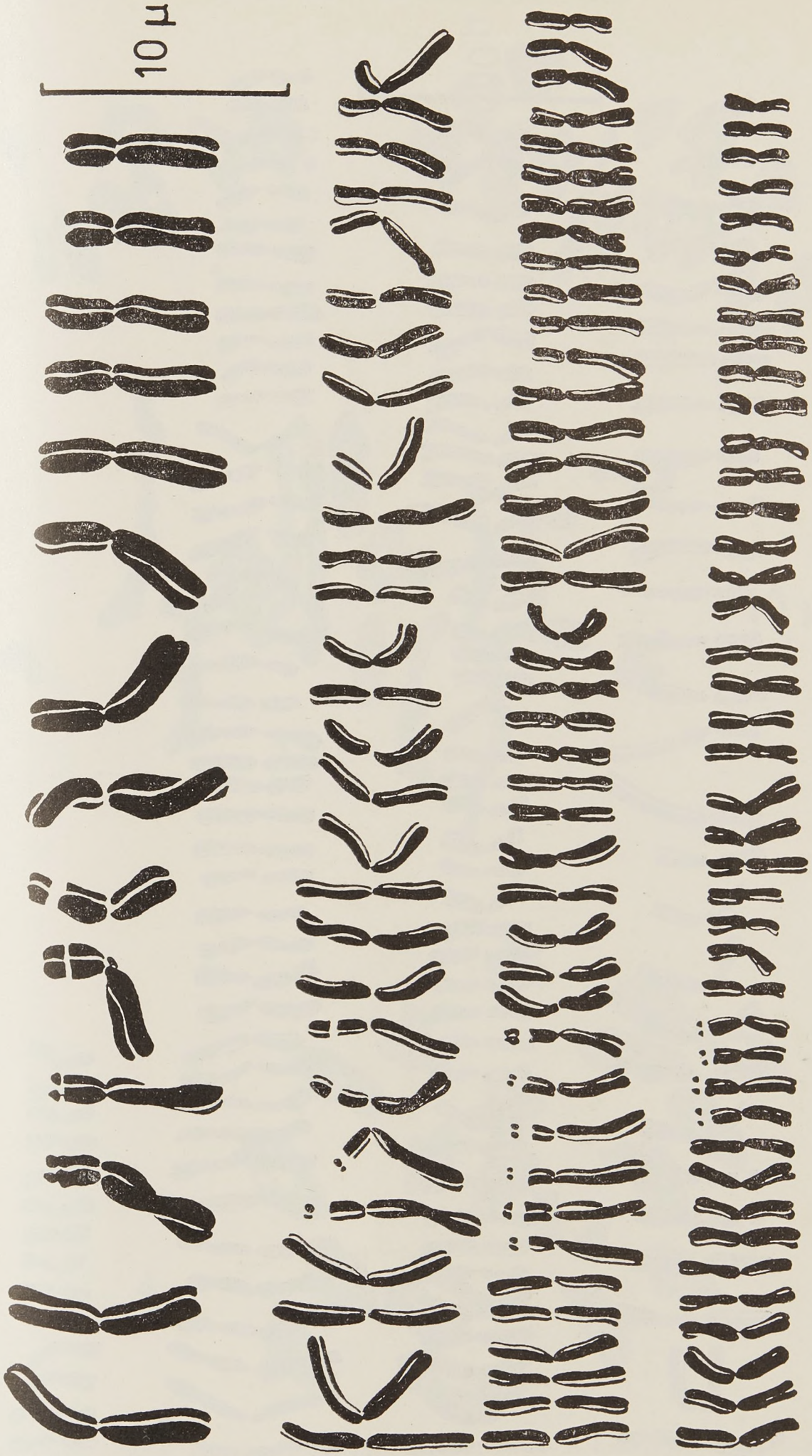


PLANCHE 8. — Caryotypes (Feulgen). — 1. *A. elongatum* (Host) P. B. $2n = 14$. — 2. *A. junceum boreo-atlanticum* (L.) S. G. $2n = 28$. — 3. *A. junceum mediterraneum* (L.) S. $2n = 42$. — 4. *A. intermedium* (Host) P. B. $2n = 42$.

PLANCHE 9. — Caryotypes (Feulgen). — 1. *A. caninum* (L.) P. B. $2n = 28$. — 2. *A. repens* (L.) P. B. $2n = 42$.— 3. *A. campestre* G. G. $2n = 56$.

PLANCHE 10. — Méiose : métaphase hétérotypique (acétocarmin). — 1. *A. elongatum* (Host) P. B. $n = 7$ ($6_{II}a + 1_{II}d$). — 2. *A. caninum* (L.) P. B. $n = 14$ ($13_{II}a + 1_{II}d$). — 3. *A. junceum boreo-atlanticum* (L.) S. G. $n = 14$ ($4_{II}a + 8_{II}d + 4_I$). — 4. *A. junceum mediterraneum* (L.) S. $n = 21$ ($21_{II}a$).

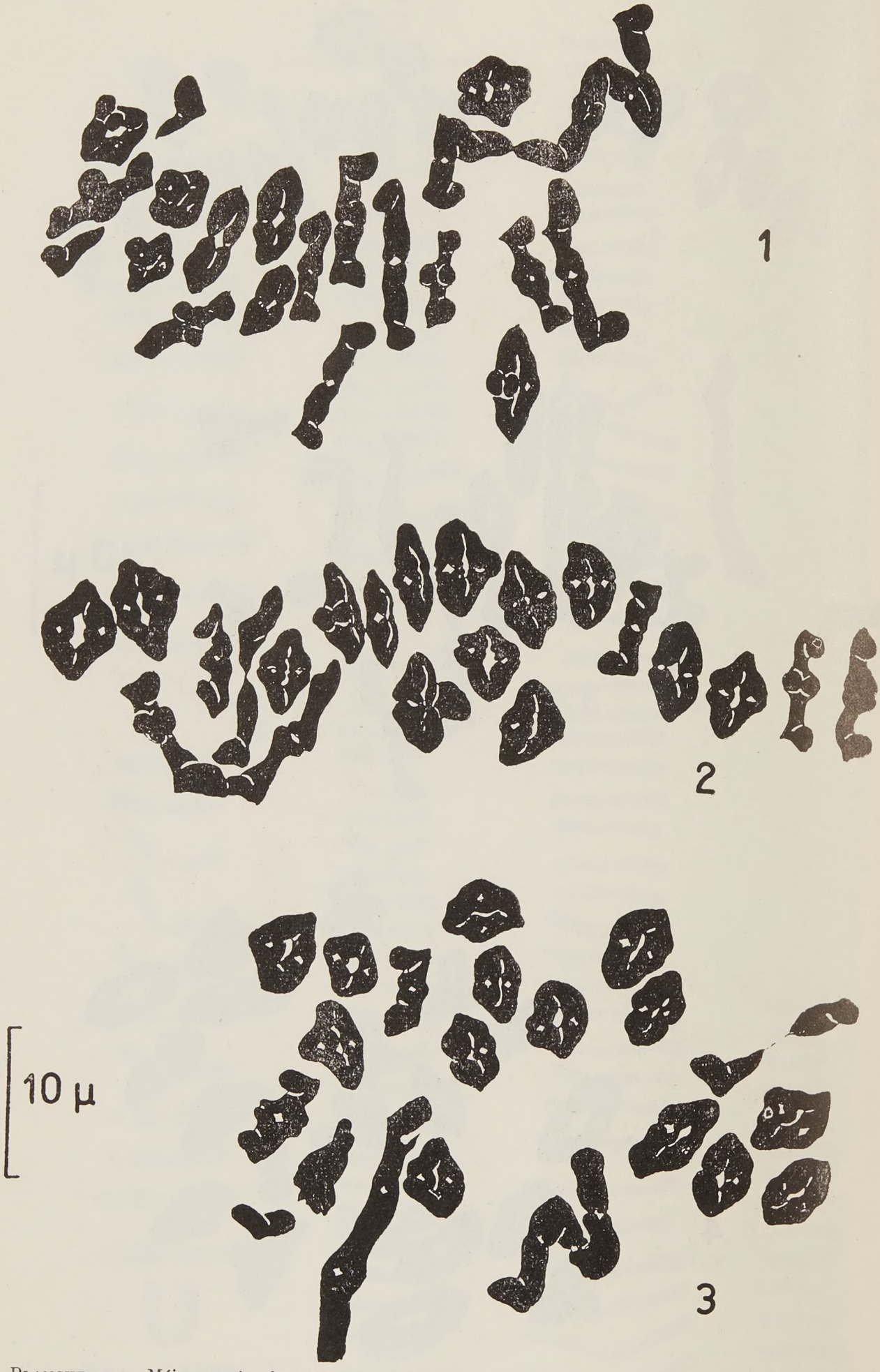


PLANCHE II. — Méiose : métaphase hétérotypique (acétocarmin). *A. intermedium* (Host) P. B. $n = 21$: trois types d'associations en M_I. — 1. $8_{II}a + 10_{II}d + 1_{VI}$. — 2. $14_{II}a + 5_{II}d + 1_{IV}$. — 3. $1_I + 14_{II}a + 3_{II}d + 1_{III} + 1_{IV}$.

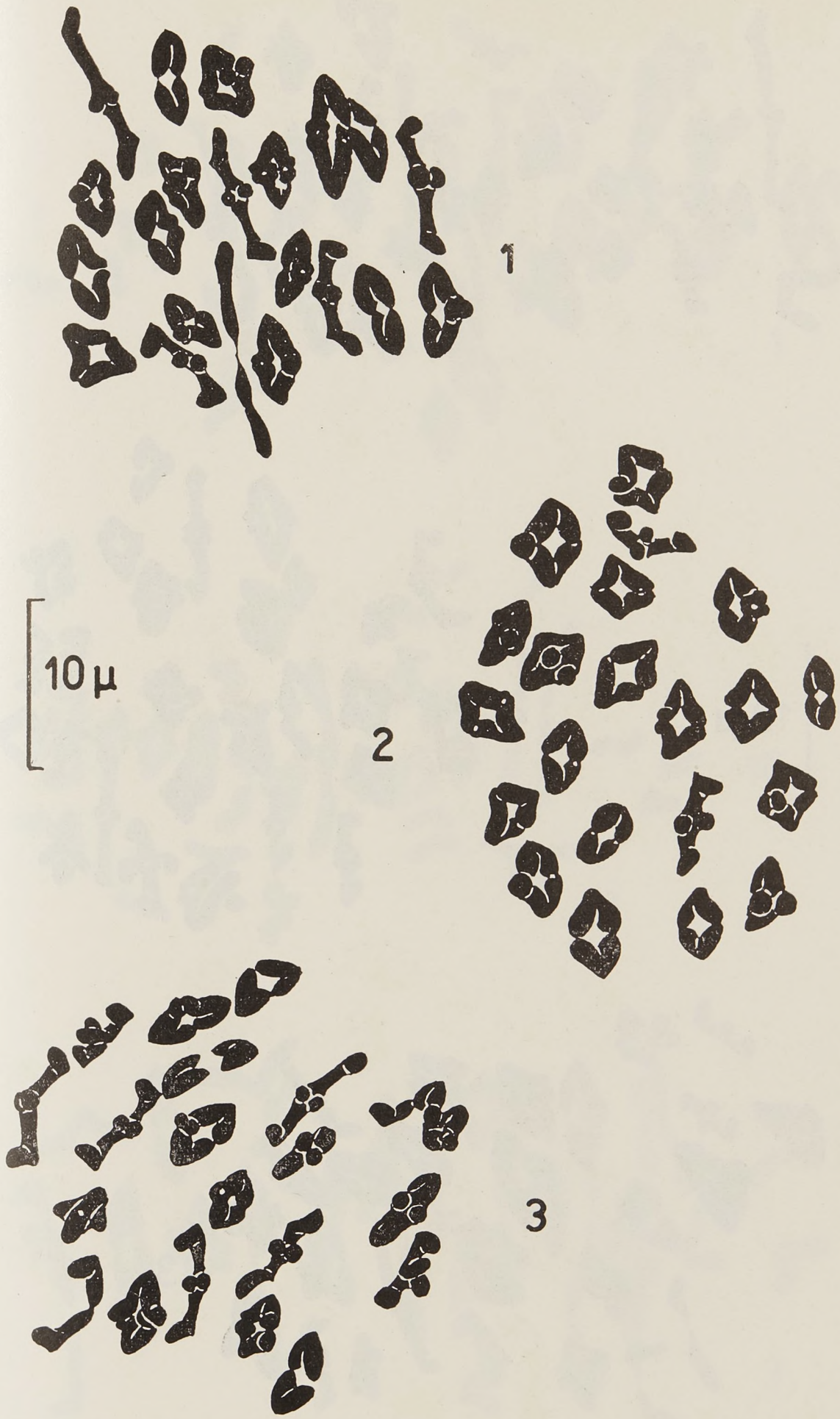


PLANCHE 12. — Méiose : métaphase hétérotypique (acétocarmin). *A. repens* (L.) P. B. $n = 21$: trois types d'associations en M_I. — 1. $13_{II}a + 6_{II}d + 1_{IV}$. — 2. $19_{II}a + 2_{II}d$. — 3. $11_{II}a + 8_{II}d + 1_{IV}$.

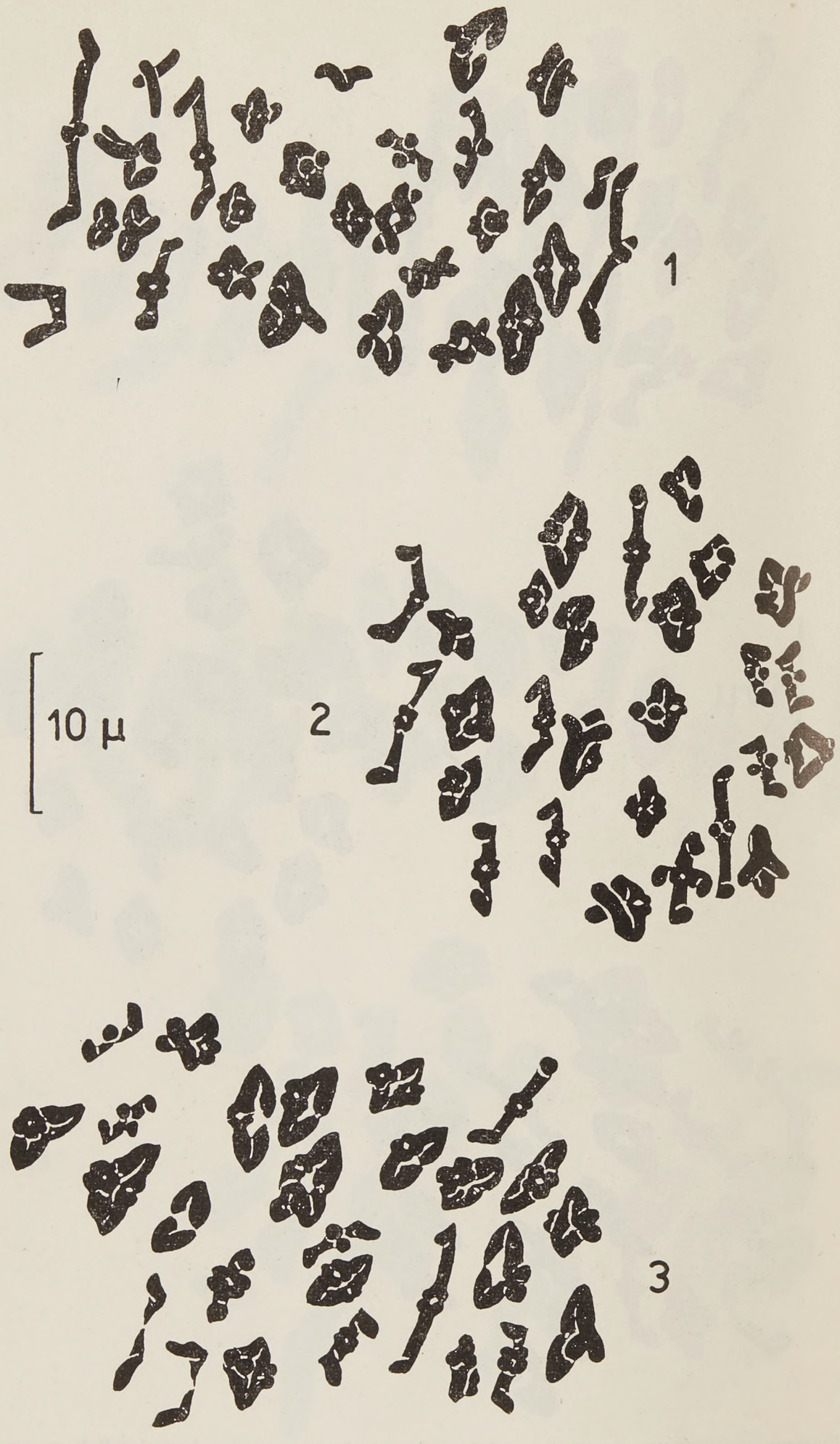


PLANCHE 13. — Méiose : métaphase hétérotypique (acétocarmin) *A. campestre* G. G. $n = 28$: trois types d'associations en M_I. — 3. $16_{II}a + 10_{II}d + 1_{IV}a$. — 2. $15_{II}a + 11_{II}d + 1_{IV}a$. — 1. $2_I + 18_{II}a + 9_{II}d$.

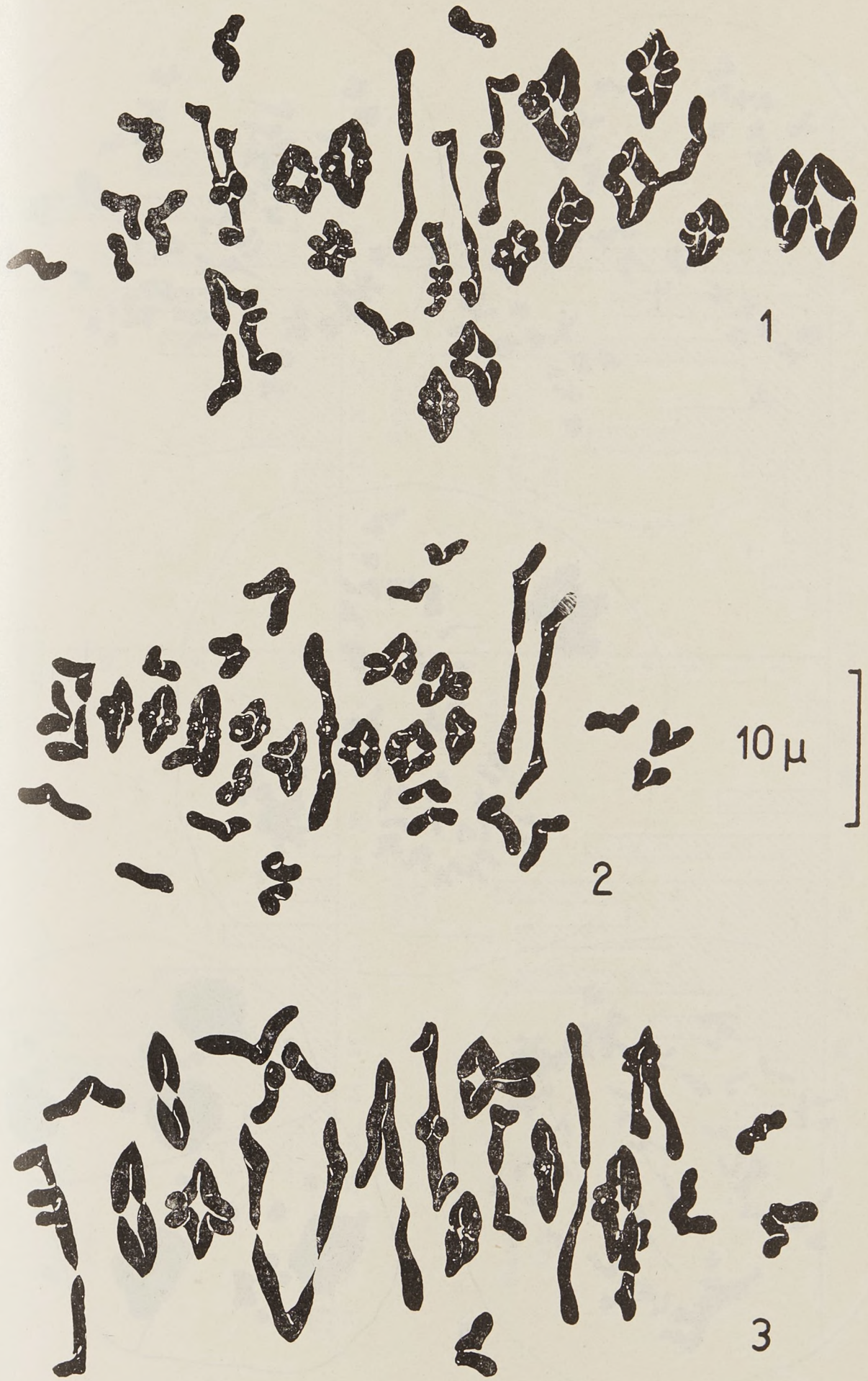


PLANCHE 14. — Méiose : métaphase hétérotypique (acétocarmin). — 1. (*A. junceum med.* × *A. campestre*) F_1 $(n + n') = 49$ $8_I + 10_{II}a + 4_{II}d + 3_{III} + 1_{IV}$. — 2. (*A. campestre* × *A. repens*) F_1 $(n + n') = 49$ $18_I + (10_{II}a + 4_{II}d) + 1_{III}$. — 3. (*A. junceum med.* × *A. intermedium*) F_1 $(n + n') = 42$ $8_I + 6_{II}a + 3_{II}d + 4_{III} + 1_{IV}$.

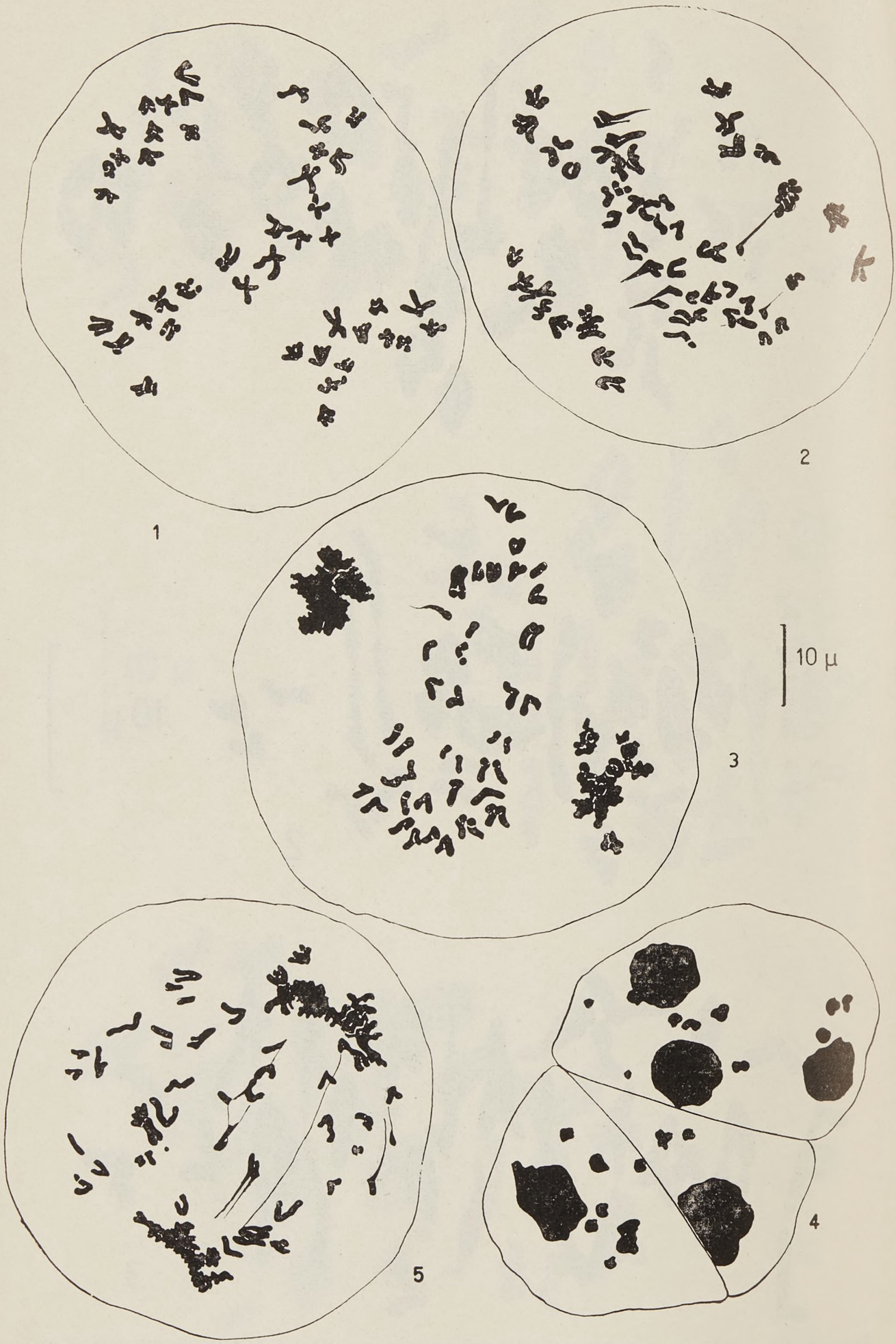


PLANCHE 15. — (*T. vulgare* var. *Vilmorin* 27 × *A. intermedium*) F_1 ($n + n'$) = 43, méiose (acétocarmin). — 1-2-3-4. *Ana* télophases à différents moments. — 5. « Tétrade » à trois cellules, nombreux noyaux et micronoyaux.

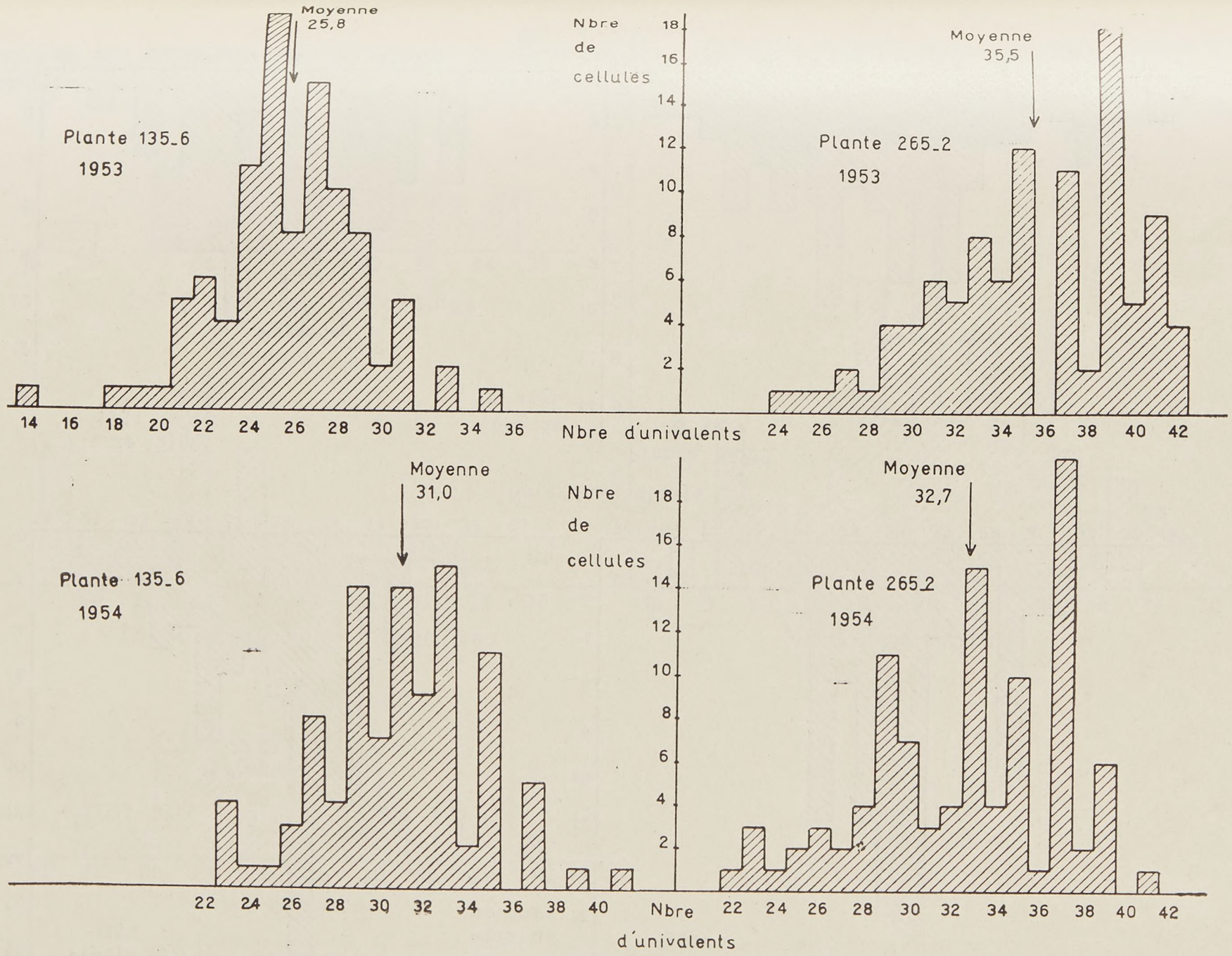


PLANCHE 16. — F_1 (*T. vulgare* var. *Vilmorin 27* × *A. intermedium*) : variabilité observée dans le nombre moyen d'univalents au cours des années 1953 et 1954 chez deux plantes F_1.

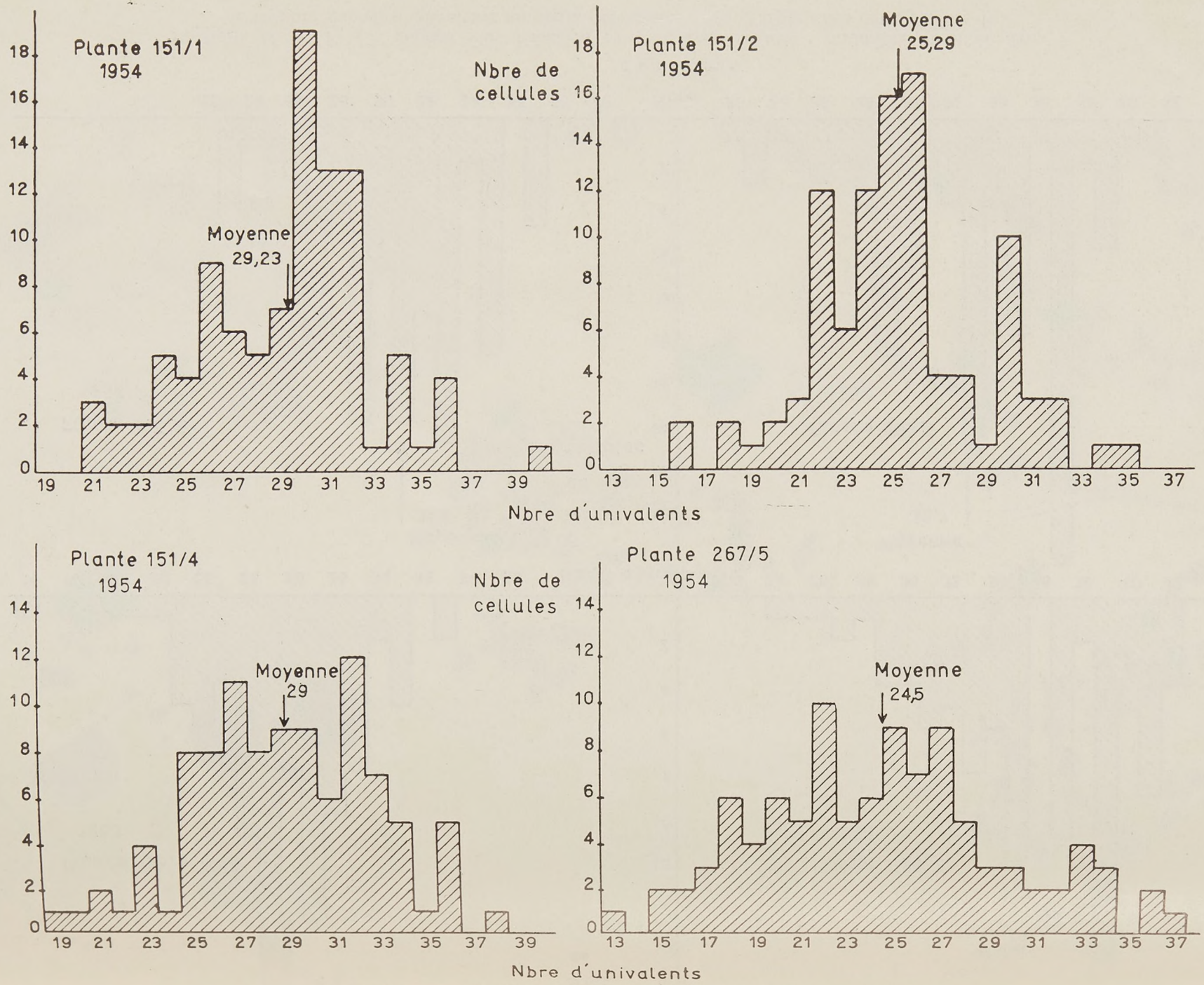


PLANCHE 17. — F_1 (*T. vulgare* var. *Dr Mazet* × *A. intermedium*) :
variabilité observée en 1954 chez quatre plantes sœurs prélevées dans des conditions comparables.

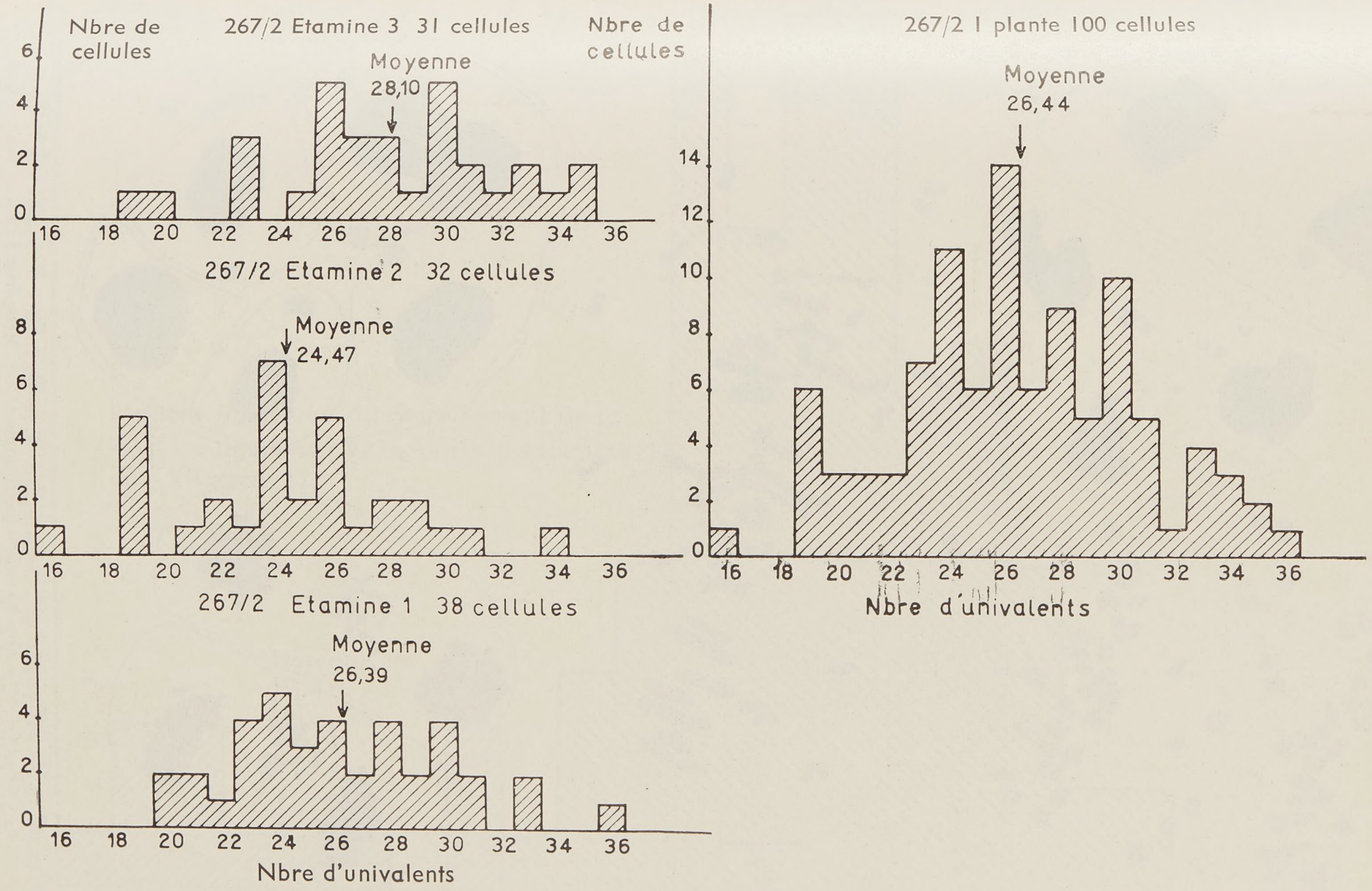


PLANCHE 18. — F_1 (*T. vulgare* var. *Dr Mazet* × *A. intermedium*) : variabilité observée en 1954 chez la plante 267/2, dans les étamines prélevées simultanément.

PLANCHE 19. — (*T. vulgare var. Vilmorin* 27 × *A. intermedium*) × *T. vulgare var. Vilmorin* 27, F_1 de R_1 ($n + n' + n$) = 64 méiose (acétocarmin). — 1. Métaphase I : $14_I + 16_{II}a + 9_{II}d$. — 2. Anaphase I : I en plaque équatoriale secondaire ; un pont d'inversion hétérozygote. — 3. Télophase II : chromosomes retardataires isolés au centre de la cellule. — 4. Télophase II : noyaux et micronoyaux supplémentaires. — 5. « Tétrade » aberrante : cinq cellules possédant également des micronoyaux.

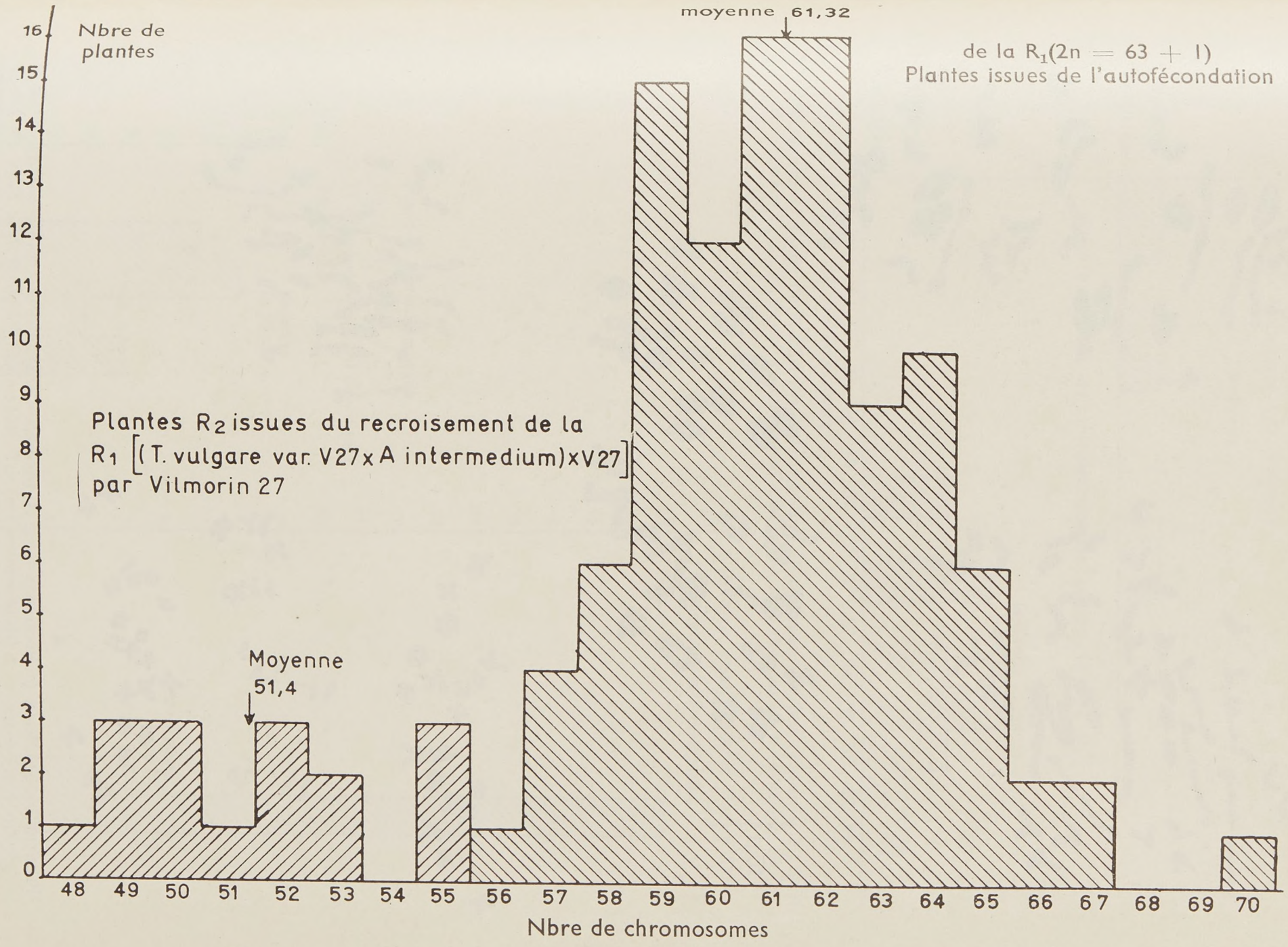


PLANCHE 20. — Étude de la répartition des nombres de chromosomes chez 100 plantes F_2 de R_1 et chez 16 plantes F_1 de R_2 issues du croisement (T. *vulgare* var. *Vilmorin* 27 × *A. intermedium*).

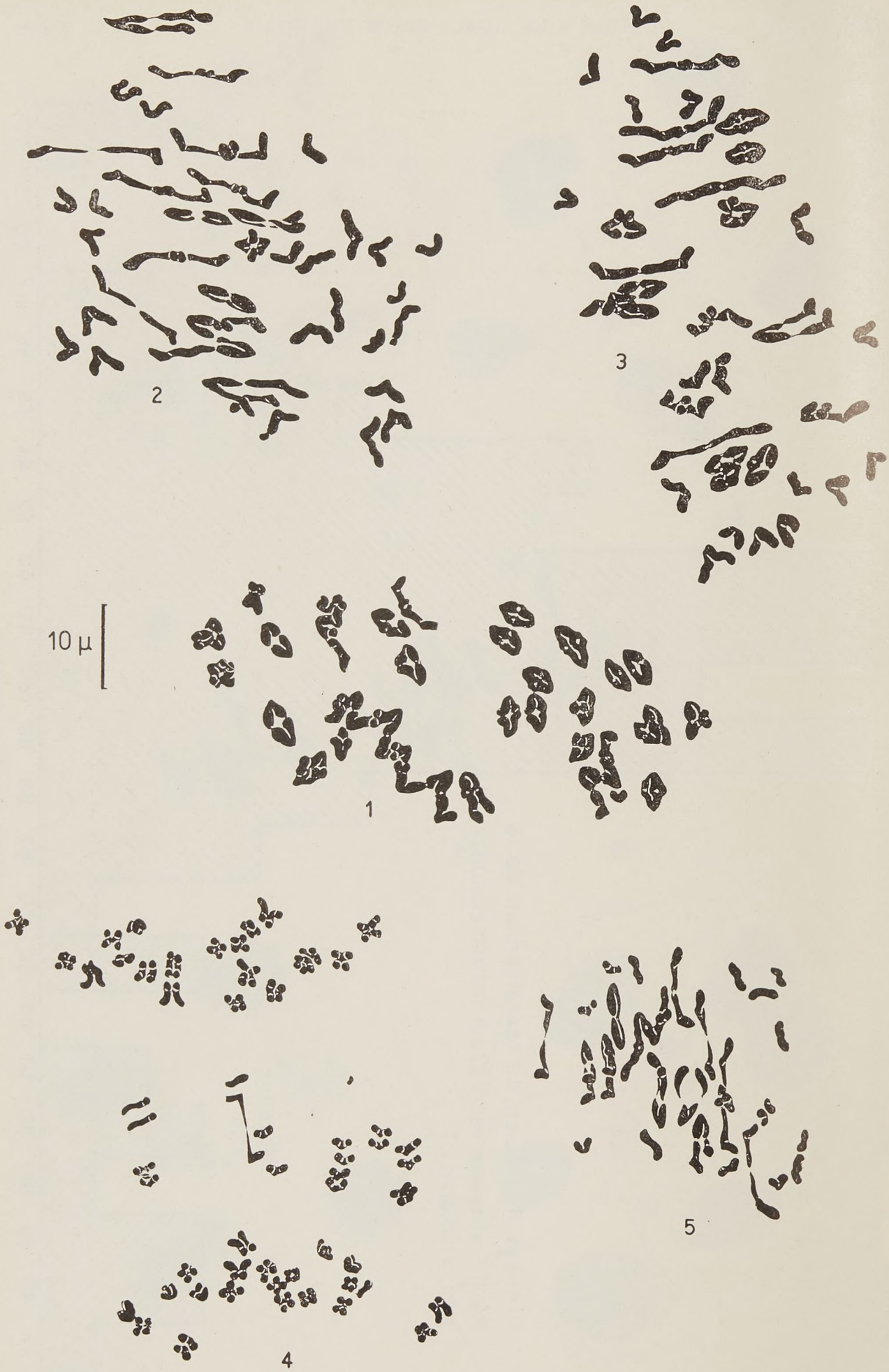


PLANCHE 21. — Méiose (acétocarmin). — 1. *A.* (*elongatum* 10*x*) $2n = 69$ M_I : $1_I + 2 1_{II}a + 1_{II}d + 1_{III} + 3_{IV} + 1_{IX}$. — 2. (*A.* (*elongatum* 10*x*) × *T. vulgare* var. *Progress*) 168/1 F_1 $(n + n') = 56$ $23_I + 3_{II}a + 7_{II}d + 3_{III} + 1_{IV}$. — 3. (*T. vulgare* var. *Progress* × *A.* (*elongatum* 10*x*) 420/19 F_1 $(n + n') = 59$ $19_I + 5_{II}a + 9_{II}d + 1_{III} + 1_{IV} + 1_V$. — 4. [*T. vulgare* var. *Progress* × *A.* (*elongatum* 10*x*)] × *Progress* F_1 de R_1 $2n = 51$ A_I. — 5. [*A.* (*elongatum* 10*x*) × *T. vulgare* var. *Progress*)] × *Progress* F_1 de R_1 $2n = 48$ M_I (Feulgen) $15_I + 1_{II}a + 4_{II}d + 5_{III} + 2_{IV}$.

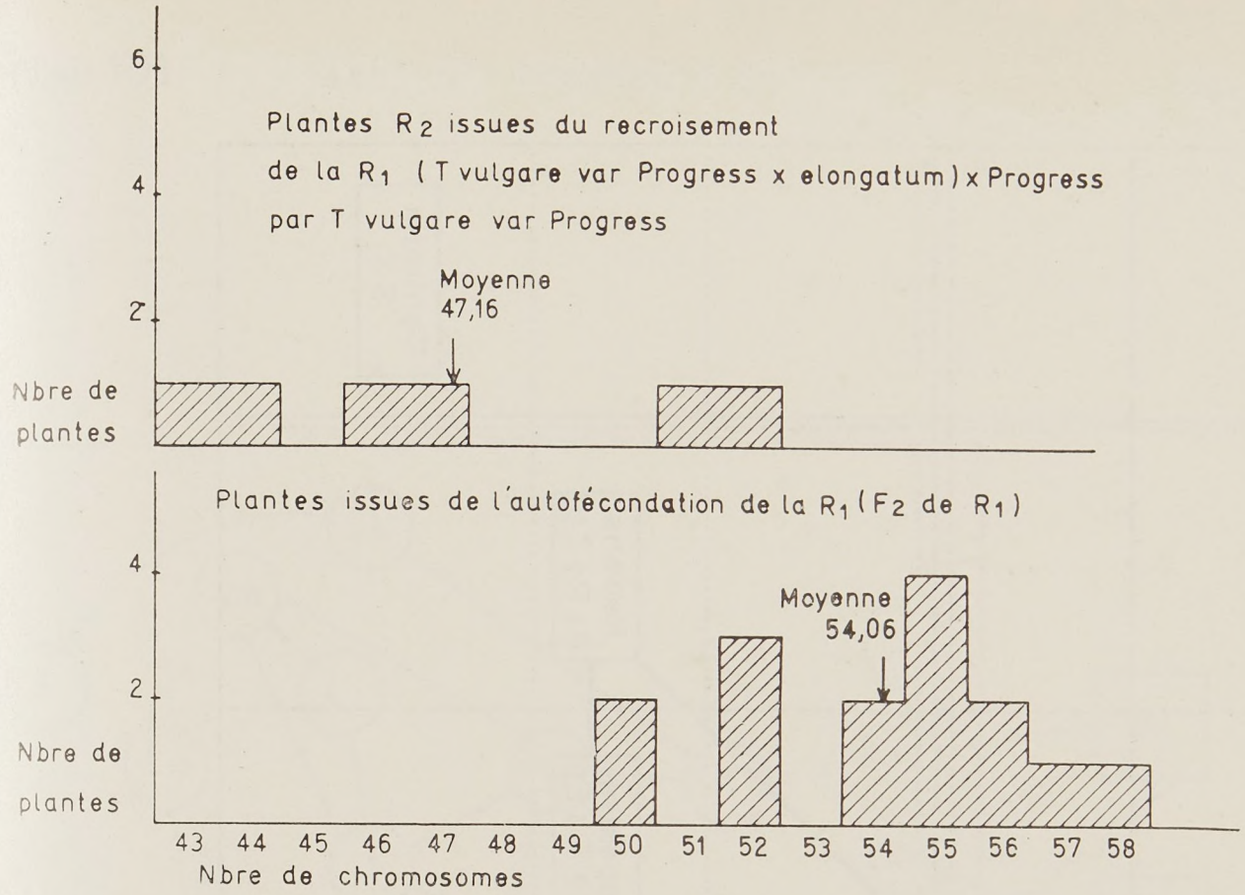


PLANCHE 22. — Étude de la répartition des nombres de chromosomes chez 15 plantes F_2 de R_1 et 6 plantes F_1 de R_2 issues du croisement (*T. vulgare* var. *Progress* × *A.* (*elongatum* 10x).

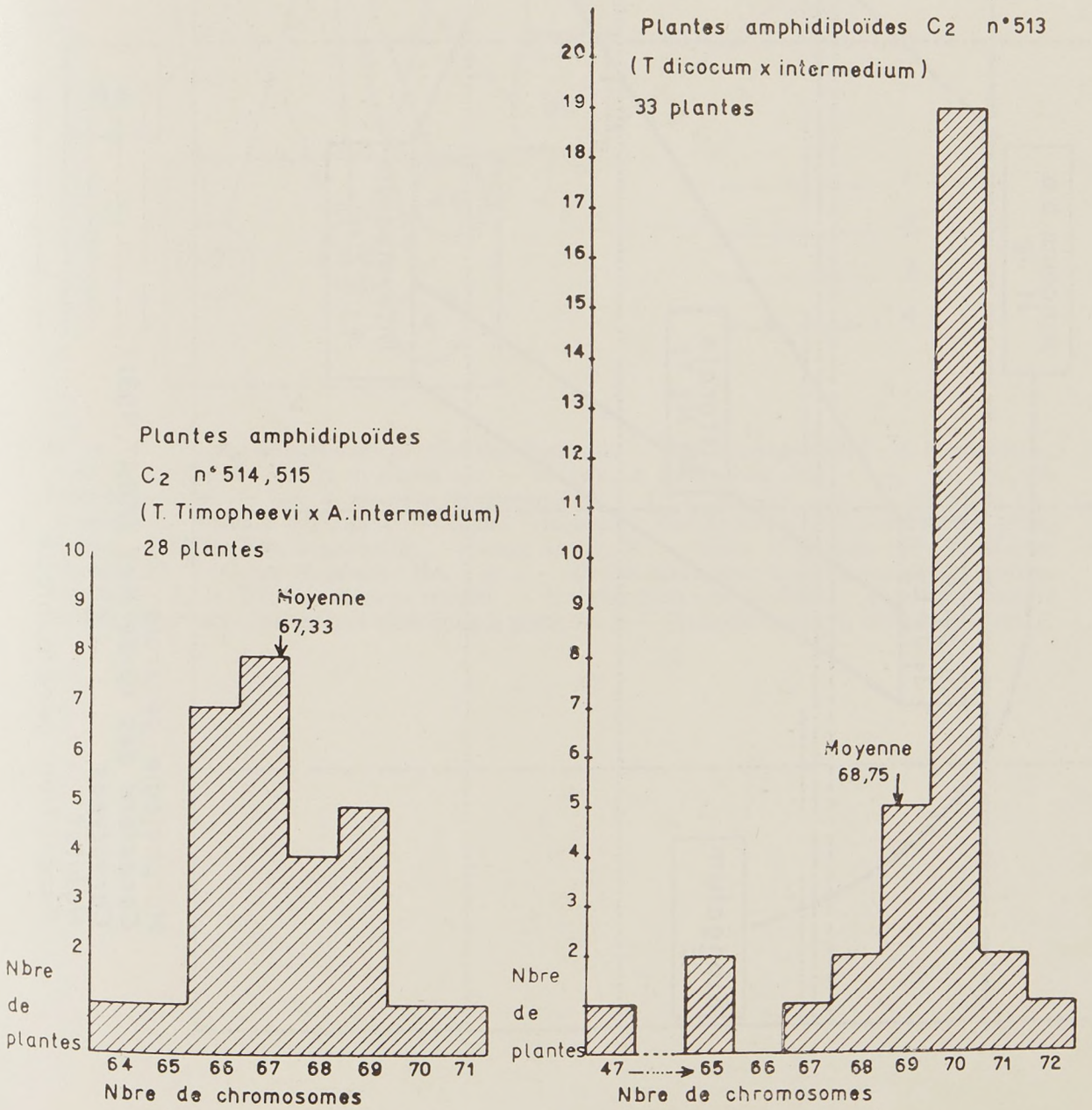


PLANCHE 23. — Étude de la répartition des nombres de chromosomes chez les C_2 des amphidiploïdes (*T. Timopheevi* × *A. intermedium*) et (*T. dicoccum* × *A. intermedium*).

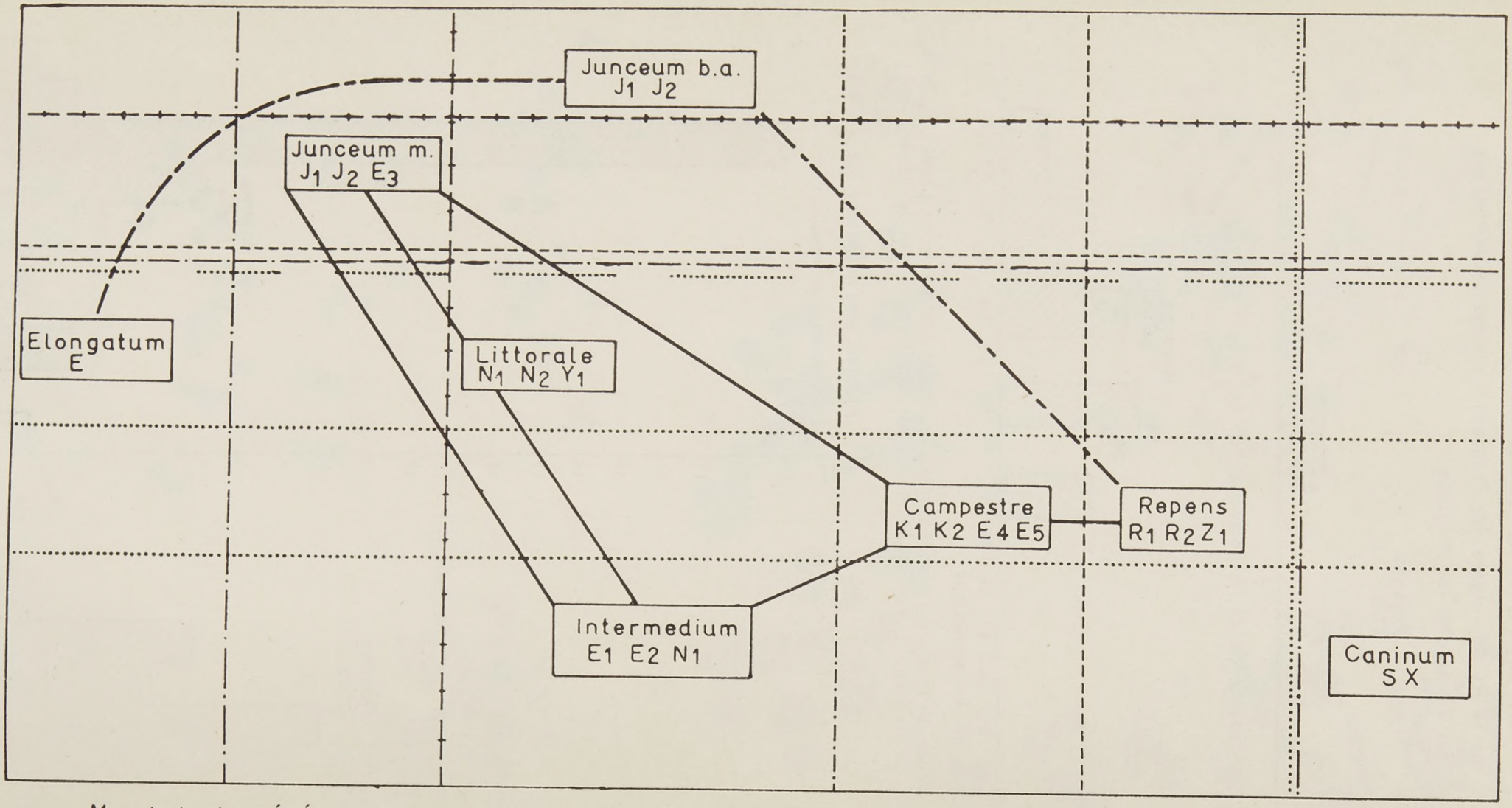


PLANCHE 24. — Les espèces d'*Agropyrum* spontanés en France. Groupement d'après quelques critères d'affinité. Les traits joignant les espèces deux à deux représentent les hybrides que nous avons réalisés. Sous chaque nom d'espèce, la formule génomique proposée.

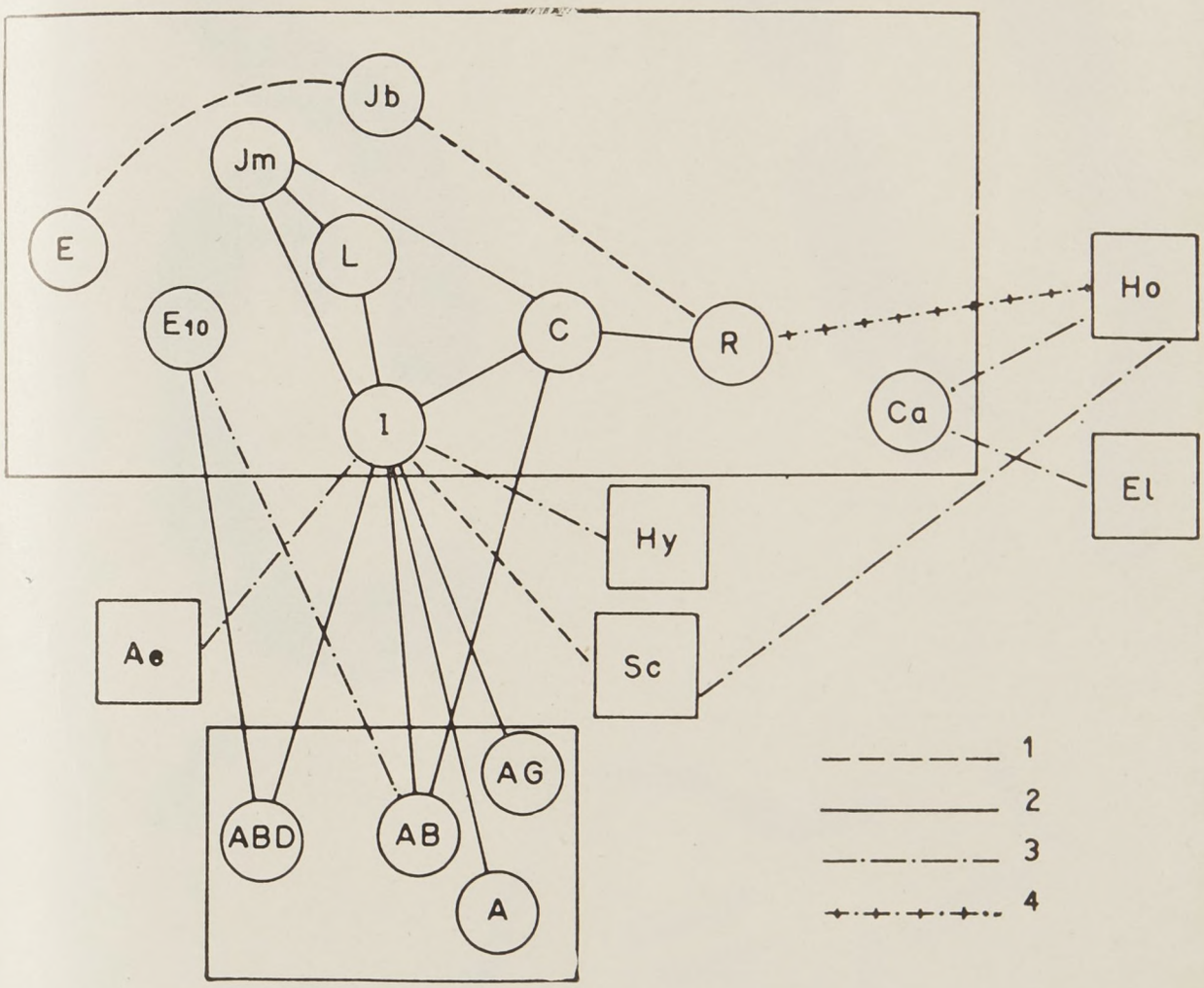
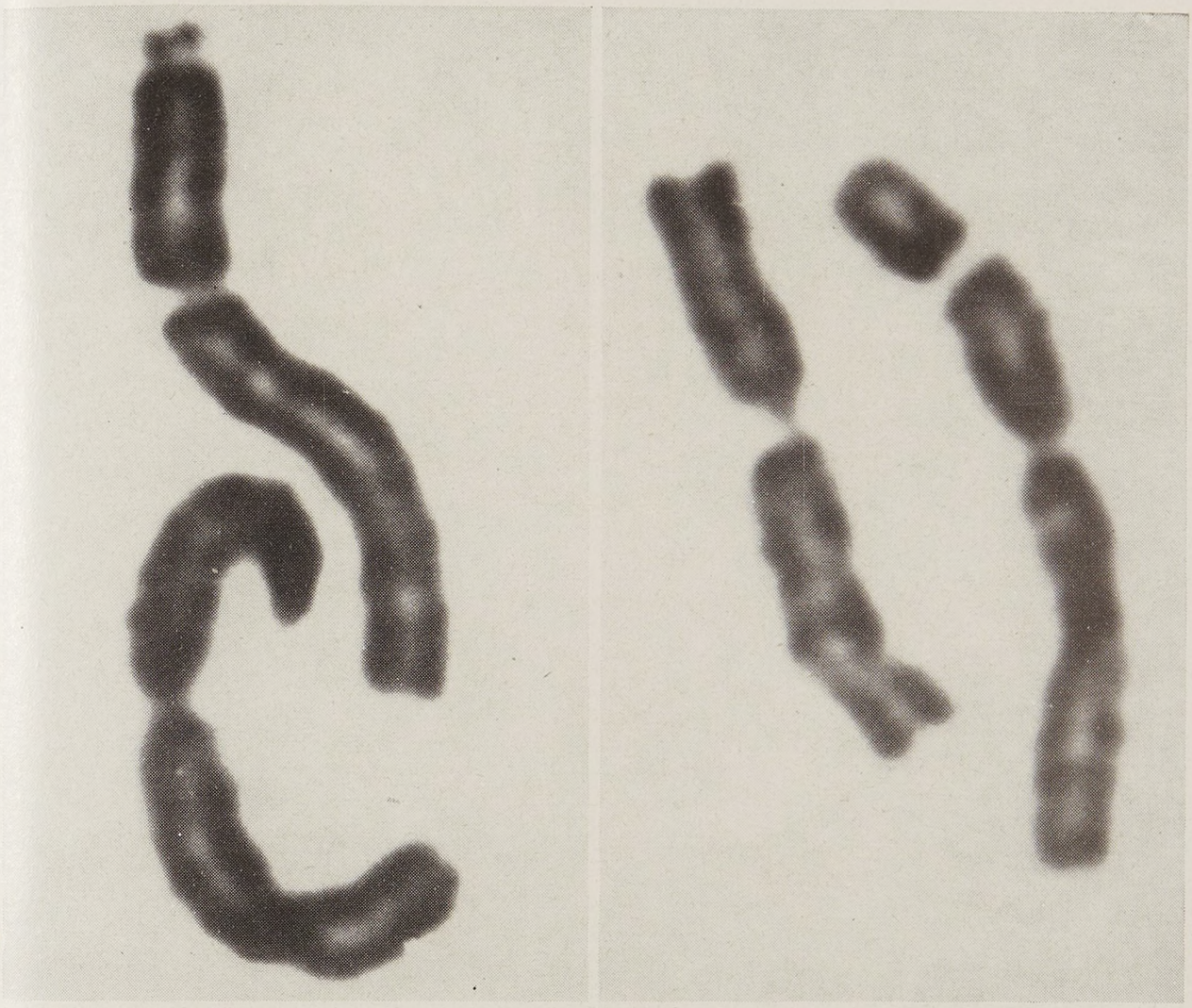
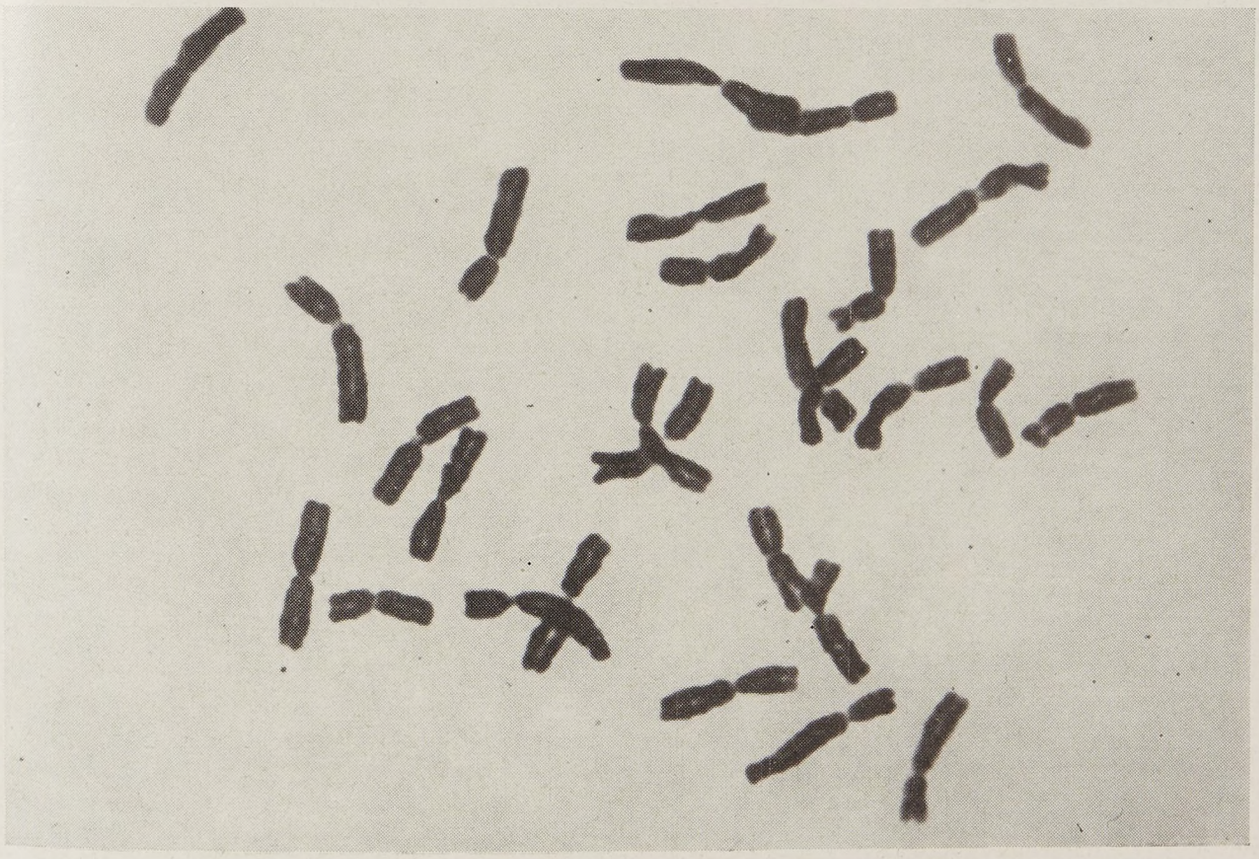


PLANCHE 25. — Les *Agropyrum* dans la tribu des *Hordeeae*. — Genre *Agropyrum*. I : *A. intermedium*. — C : *A. campestre*. — E : *A. elongatum*. — E (10) : *A.* (*elongatum* 10*x*). — J_b : *A. junceum boreo-atlanticum*. — J_m : *A. junceum mediterraneum*. — L : *A. littorale*. — R : *A. repens*. — Ca : *A. caninum*. — Genre *Aegilops* Æ. — Genre *Triticum*. A : Blés diploïdes. — AB et AG : Blés tétraploïdes. — ABD : Blés hexaploïdes. — Genre *Secale* : Sc. — Genre *Haynaldia* : Hy. — Genre *Elymus* : El. — Genre *Hordeum* : Ho. 1 et 2. — Croisements pour lesquels nous avons obtenu des plantes F_1. 1. Étudiés dans ce travail. — 2. Cités, mais non étudiés. — 3. — Croisements réalisés par d'autres auteurs et cités dans le texte. — 4. — Hybrides naturels cités dans le texte.



1a 1b



2

PLANCHE 26. — Chromosomes somatiques d'*A. caninum* (orcéine acétique). — 1. Les deux types de chromosomes à satellite d'*A. caninum*. *a*) Un chromosome portant un microsatellite (le chromosome organisateur du nucléole) à côté d'un chromosome normal. *b*) Un chromosome possédant une zone hétérochromatique à côté d'un chromosome normal. — 2. Une mitose somatique observée dans le méristème primaire des racines ($2n = 28$).

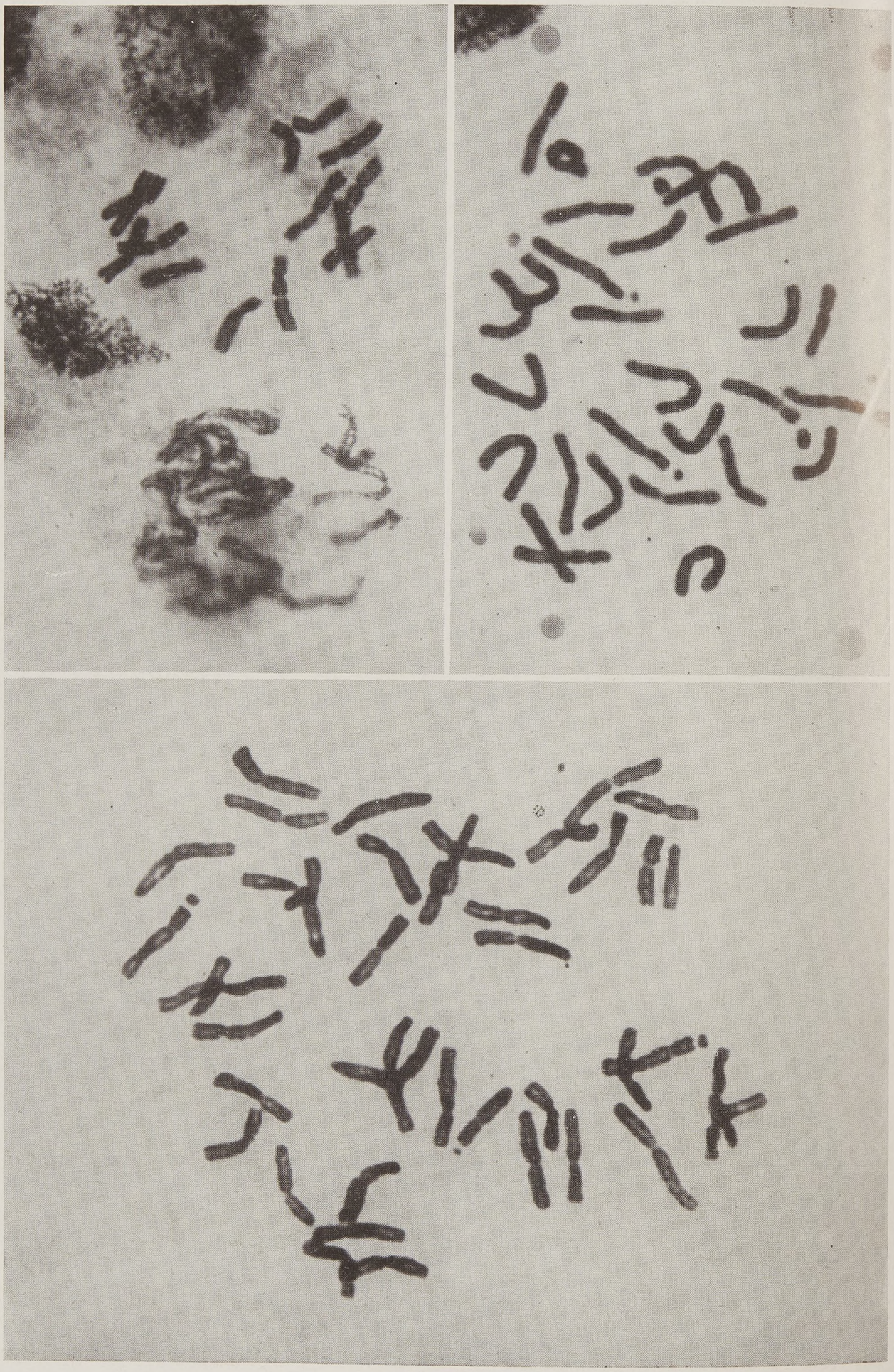


PLANCHE 27. — Chromosomes somatiques de quelques espèces d'*Agropyrum* (orcéine acétique). — 1. *A. elongatum* $2n = 14$. — 2. *A. junceum boreo-atlanticum* $2n = 28$. — 3. *A. intermedium* (semis issu de la souche 75 *bis*) $2n = 42$ (l'un des chromosomes de la paire à satellite indiquée par la flèche présente une délétion).

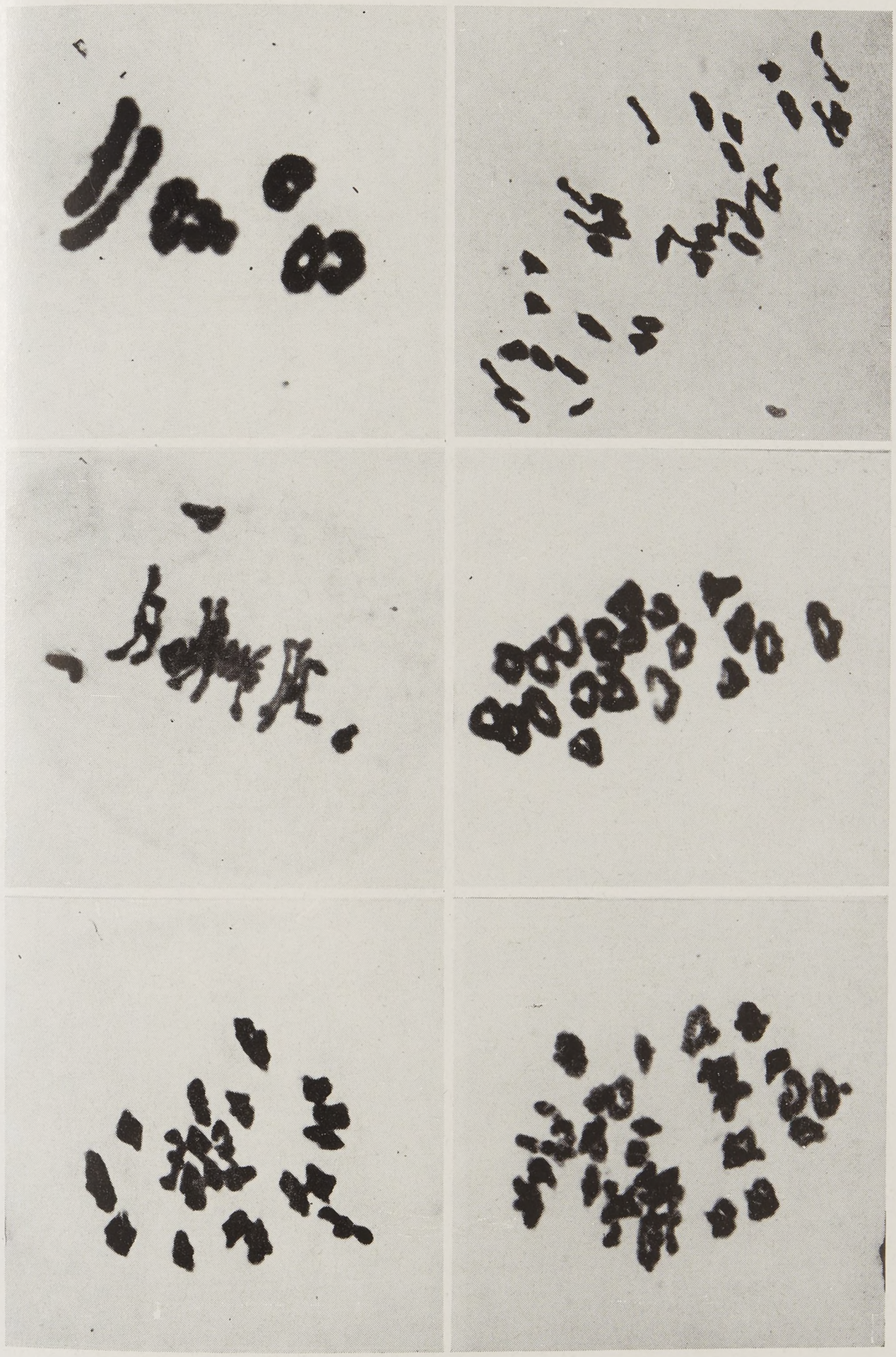


PLANCHE 28. — Méiose chez quelques espèces d'*Agropyrum* (cellules-mères du pollen, acétocarmin). (Voir également planche 30.) 1. *A. elongatum* $2n = 14$, M_I ($5_{II}a + 2_{II}d$). — 2. *A.* (*elongatum* 10*x*) $2n = 69$. $M_I(2_I + 20_{II}a + 5_{II}d + 2_{IV} + 1_{IX})$. — 3. *A. junceum boreo-atlanticum* $2n = 28$, $M_I(4_I + 4_{II}a + 8_{II}d)$. — 4. *A. junceum mediterraneum* $2n = 42$ $M_I 2 1_{II}a$. — 5. *A. intermedium* $2n = 42$ $M_I(19_{II}a + 2_{II}d)$. — 6. *A. campestre* $2n = 56$ $M_I(23_{II}a + 2_{II}d + 2_{IV})$.

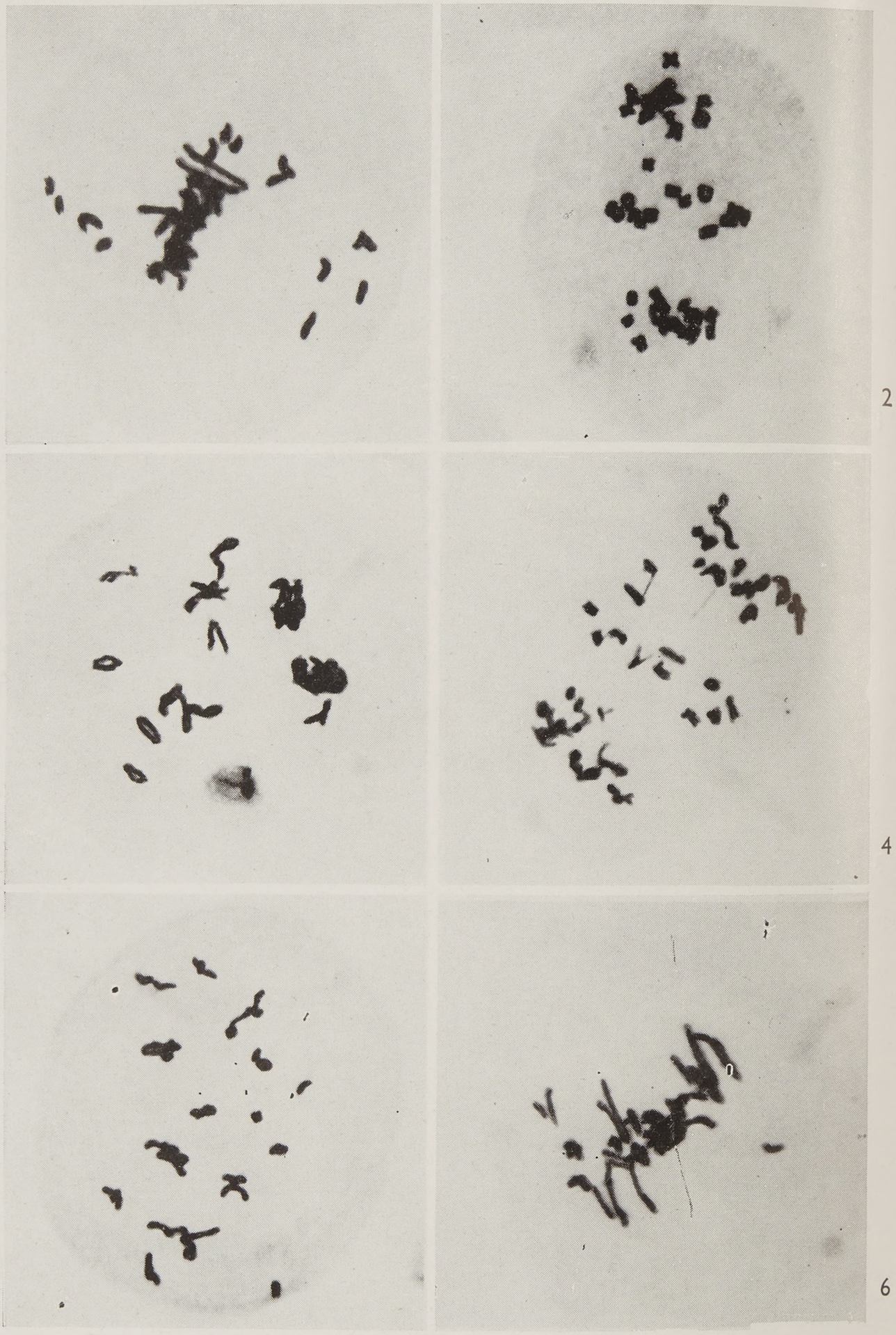


PLANCHE 29. — Méiose chez quelques hybrides F_1 entre *Agropyrum* (C. M. P., acétocarmin). — 1. 157/1 (*A. campestre* × *A. repens*) $2n = 49$, M_1. — 2. 157/1(*A. campestre* × *A. repens*) A_1 avec univalents retardataires. — 3. 156/3 (*A. junceum med.* × *A. campestre*) $2n = 49$, prophase (fin de diplotène). — 4. 156/3 (*A. junceum med.* × *A. campestre*) A_1 avec univalents retardataires et pont de chromatine. — 5. 11/2 (*A. campestre* × *A. intermedium*) $2n = 49$-1, prémétaphase. — 6. 123/3 (*A. junceum med.* × *A. intermedium*) $2n = 42$ M_1.

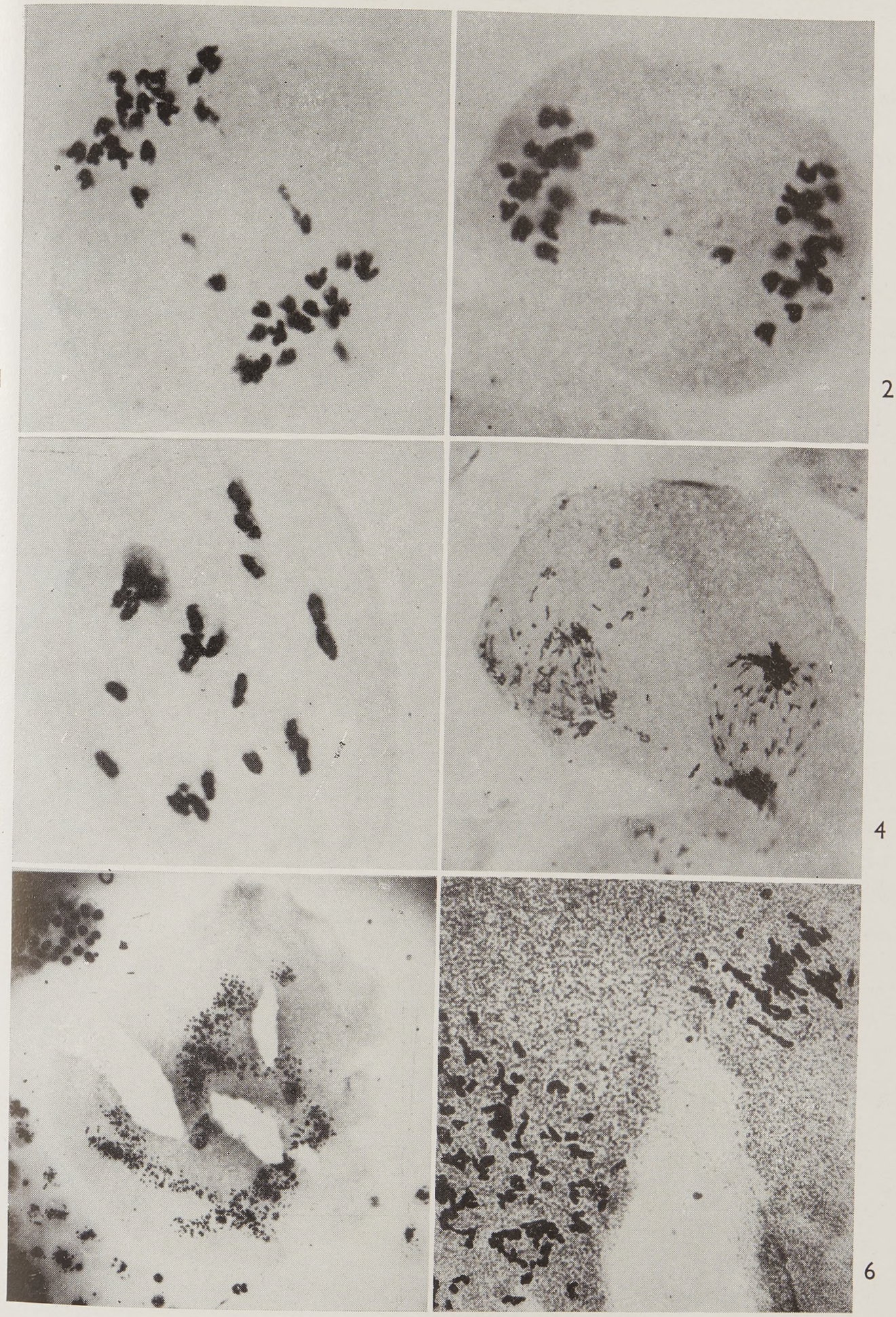
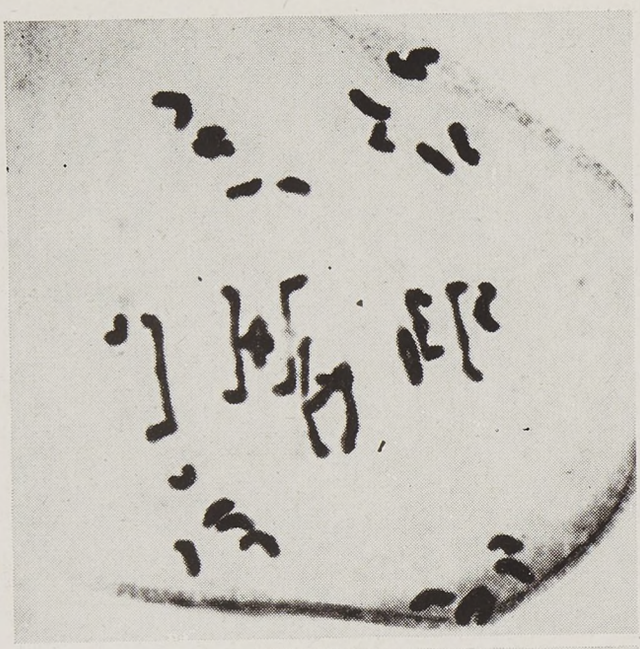
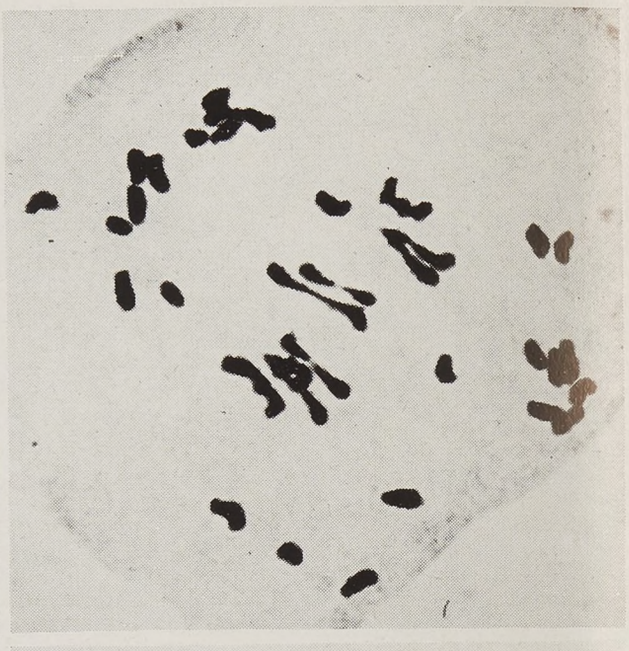


PLANCHE 30. — (1 à 3) Méiose chez quelques espèces d'*Agropyrum* (C. M. P., acétocarmin) (voir également planche 28). — 1. *A. intermedium*, fin d'A_1, avec deux bivalents à disjonction retardée. — 2. *A. intermedium*, fin d'A_1, avec un pont d'inversion hétérozygote. — 3. *A. junceum mediterraneum* Prophase (fin de diplotène), bivalents et quadrivalents. (4 à 6) Anomalies observées à la méiose dans les anthères de la F_1 420/19 (*T. vulgare* var. *Progress* × *A.* (*elongatum* 10*x*) (acétocarmin). — 4. Télophase I avec granulations de chromatine et chromosomes en voie de dégénérescence. — 5. Cellule plasmodiale à côté de C. M. P. normales. M_1. — 6. Détail de la cellule plasmodiale montrant une plaque métaphasique normale à côté d'un groupe de chromosomes présentant un aspect métaphasique, mais répartis anarchiquement.

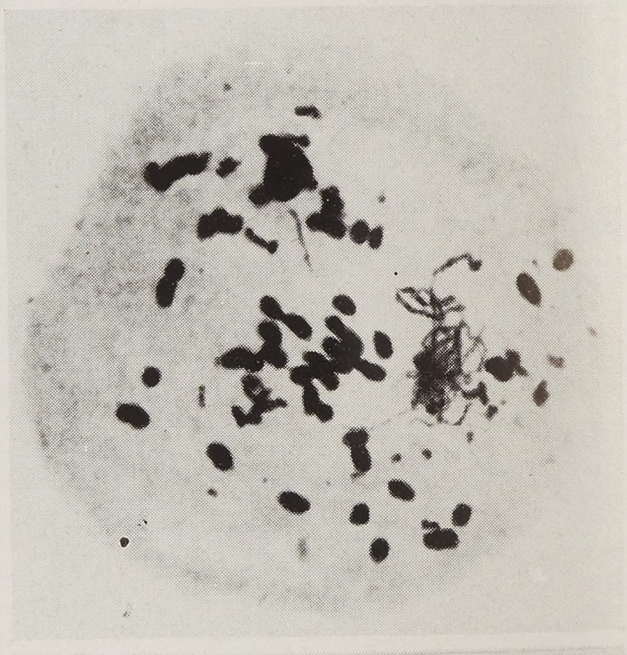


1

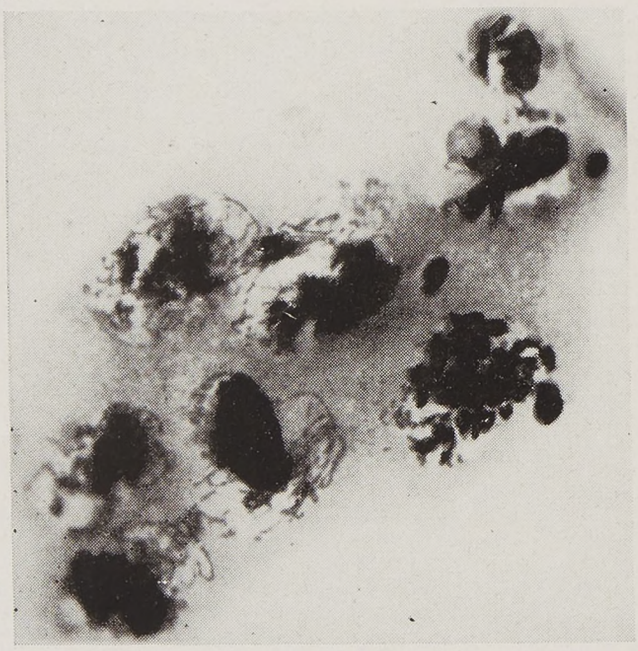


2

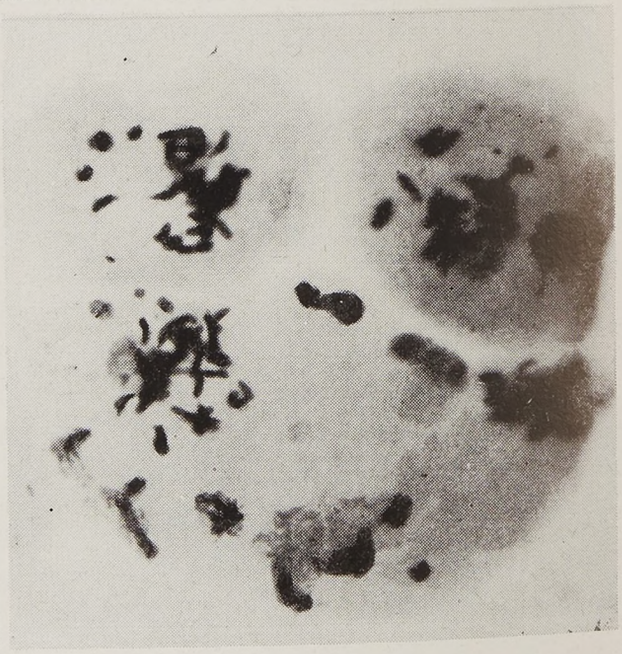
3



4



5



6

PLANCHE 31. — Méiose chez l'hybride F_1 (*T. vulgare* var. *Dr Mazet* × *A. intermedium*) $2n = 42$ (C. M. P., acétocarmin). — 1. M_I $23_I + 6_{II}d + 2_{II}a + 1_{III}$. — 2. M_I $26_I + 5_{II}d + 2_{III}$. — 3. T_{II} avec chromosomes retardataires. — 4. Prématuraphases avec un noyau prophasique et de nombreuses granulations de chromatine. — 5. Cellule plasmodiale possédant de nombreux noyaux en prophase. — 6. Cellules-mères de grains de pollen en prophase, avec granulations chromatiniques présentant l'aspect de micronoyaux.

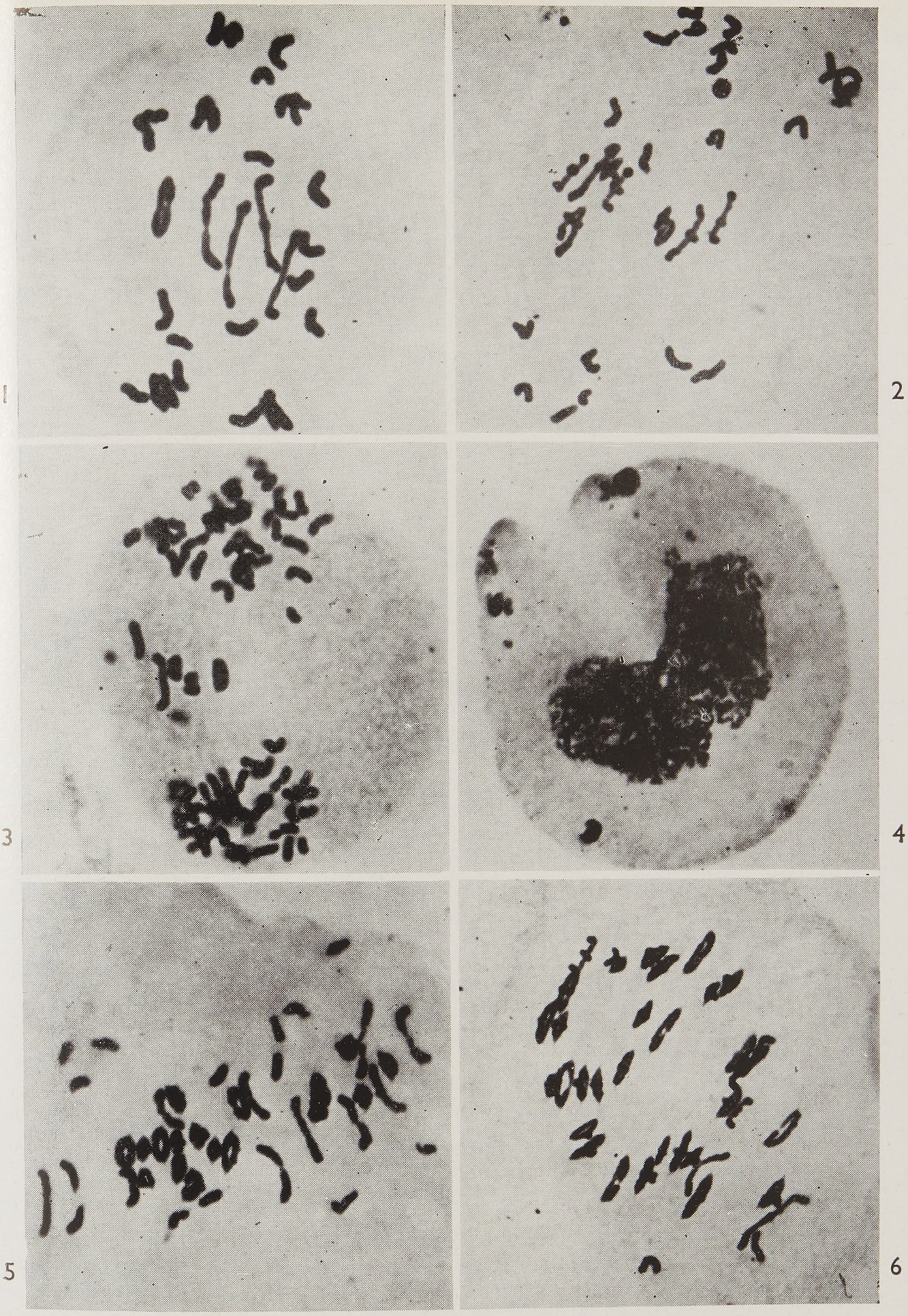
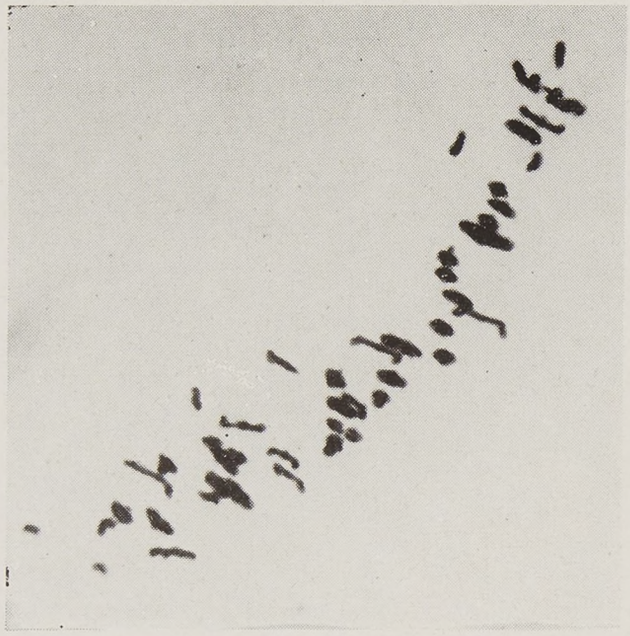
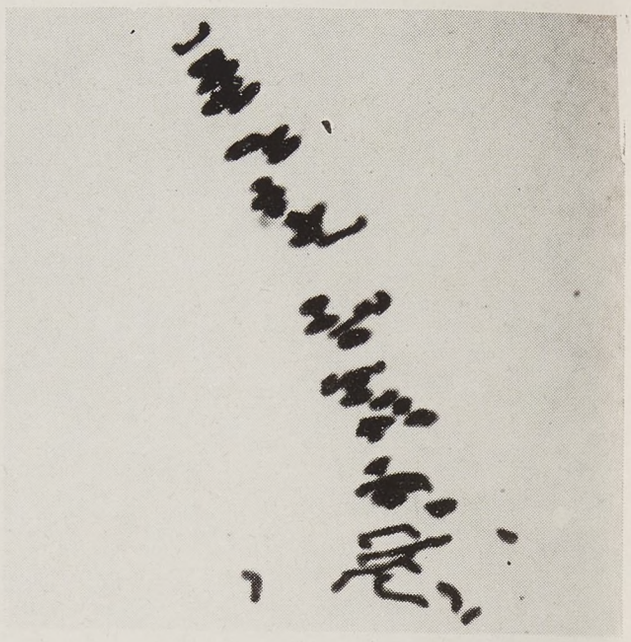


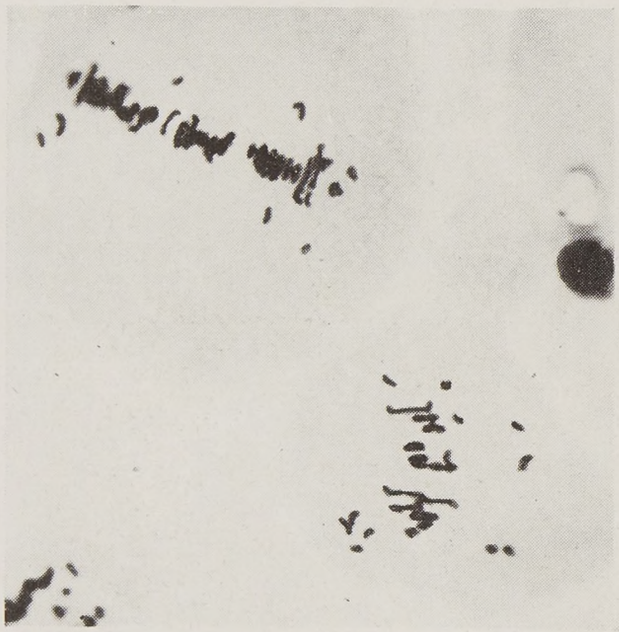
PLANCHE 32. — Méiose chez des hybrides F_1 entre Blés à $2n = 28$ et *A. intermedium* ou *A. campestre*, et chez les amphidiploïdes correspondants (C. M. P., acétocarmin). — 1. F_1 (*T. Timopheevi* × *A. intermedium*) $2n = 35$ ($25_I + 4_{II}d + 1_{II}a$). — 2. F_1 (*T. Timopheevi* × *A. campestre*) $2n = 42$ ($23_I + 5_{II}d + 3_{II}a + 1_{III}$). — 3. F_1 (*T. dicoccum* × *A. campestre*) : une cellule asynaptique (les univalents se sont disposés en plaque équatoriale secondaire et se sont répartis par chromatides à chacun des pôles ; cinq d'entre eux au centre ont l'aspect de bivalents et ne se sont pas disjoints). — 4. F_1 (*T. dicoccum* × *A. campestre*) : une cellule avec un « pseudo » noyau de restitution interphasique et une ébauche de membrane (les deux noyaux se sont vraisemblablement réunis en raison des nombreux ponts de chromatine qui les unissaient et qui ont empêché la montée des chromosomes vers les pôles). A la périphérie, nombreux micronoyaux. — 5. Amphidiploïde (*T. Timopheevi* × *A. intermedium*) $2n = 68$ $12_I + 11_{II}d + 27_{II}a$. — 6. Amphidiploïde (*T. dicoccum* × *A. intermedium*) $2n = 70$ $2_I + 5_{II}d + 27_{II}a + 1_{IV}$.



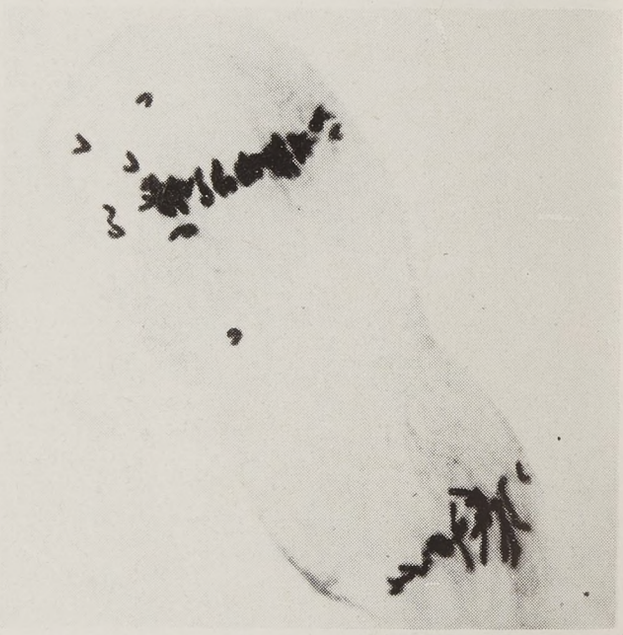
1



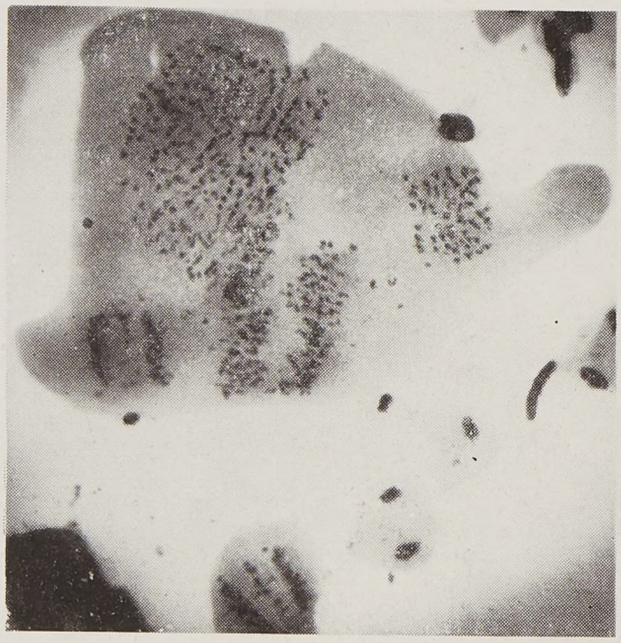
2



3



4



5

6

PLANCHE 33. — Méiose chez l'amphidiploïde (*T. vulgare* var. *Dr Mazet* × *A. inermedium*) (C. M. P., acétocarmin). — 2. M_I $2n = 80 : 10_I + 10_{II}d + 25_{II}a$. — 2. M_1 $2n = 80 : 6_I + 8_{II}d + 27_{II}a + 1_{IV}$. — 3. M_I. Une cellule normale à côté d'une cellule à nombre réduit. ($12_I + 3_{II}d + 10_{II}a$). — 4. M_I. Une cellule présentant un étranglement médian : à chacun des pôles une métaphase réductionnelle ; la somme des nombres chromosomiques de ces deux plaques est égale à 80 ; dans la plaque métaphasique du bas, les chromosomes n'ont pas subi une contraction normale. — 5. Une cellule plasmodiale où les chromosomes sont enA_1. En bas, une cellule-mère normale au même stade. — 6. Détail de la cellule plasmodiale. A gauche, une figure anaphasique presque normale.

PLANCHE 34. — Une station naturelle d'*A. unceum mediterraneum* en Camargue (Les Saintes-Maries-de-la-Mer).

1

2

PLANCHE 35. — L'hybride *A. acutum*, à l'Ile de Ré (Phare des Baleines). — 1. Sur dunes mobiles, à la limite de l'*A. junceum boreo-atlanticum*. — 2. Sur dunes fixées, avec l'*A. littorale*.

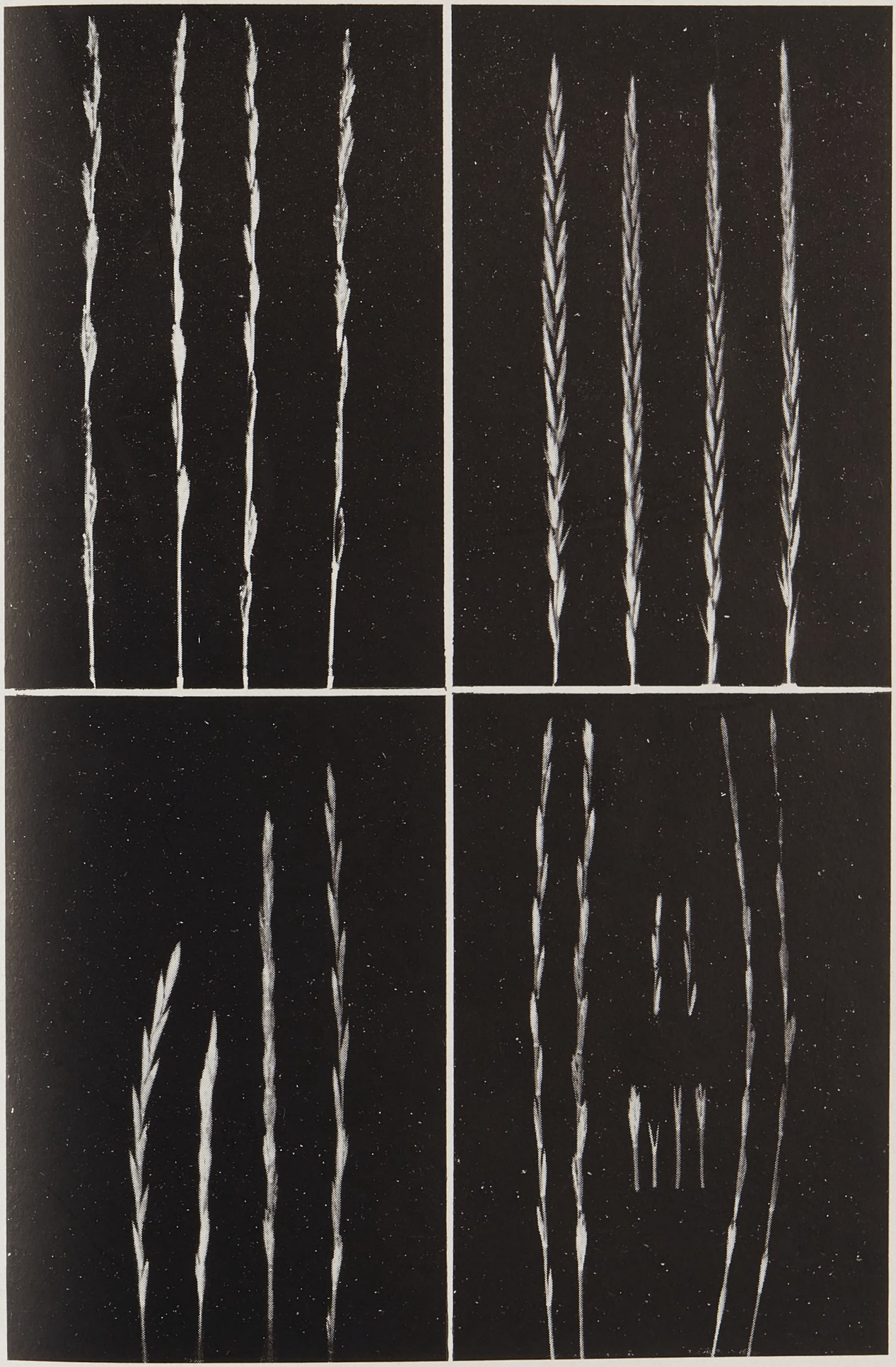


PLANCHE 36. — 1. *A. elongatum* (Host) P. B. $2n = 14$.— 2. *A. caninum* (L.) P. B. $2n = 28$. — 3. Les deux formes d'*A. junceum*. De gauche à droite : *A. junceum boreo-atlanticum* (L.) S. G. $2n = 28$. *A. junceum mediterraneum* (L.) S. $2n = 42$. — 4. *A. junceum mediterraneum* (L.) S. $2n = 42$.

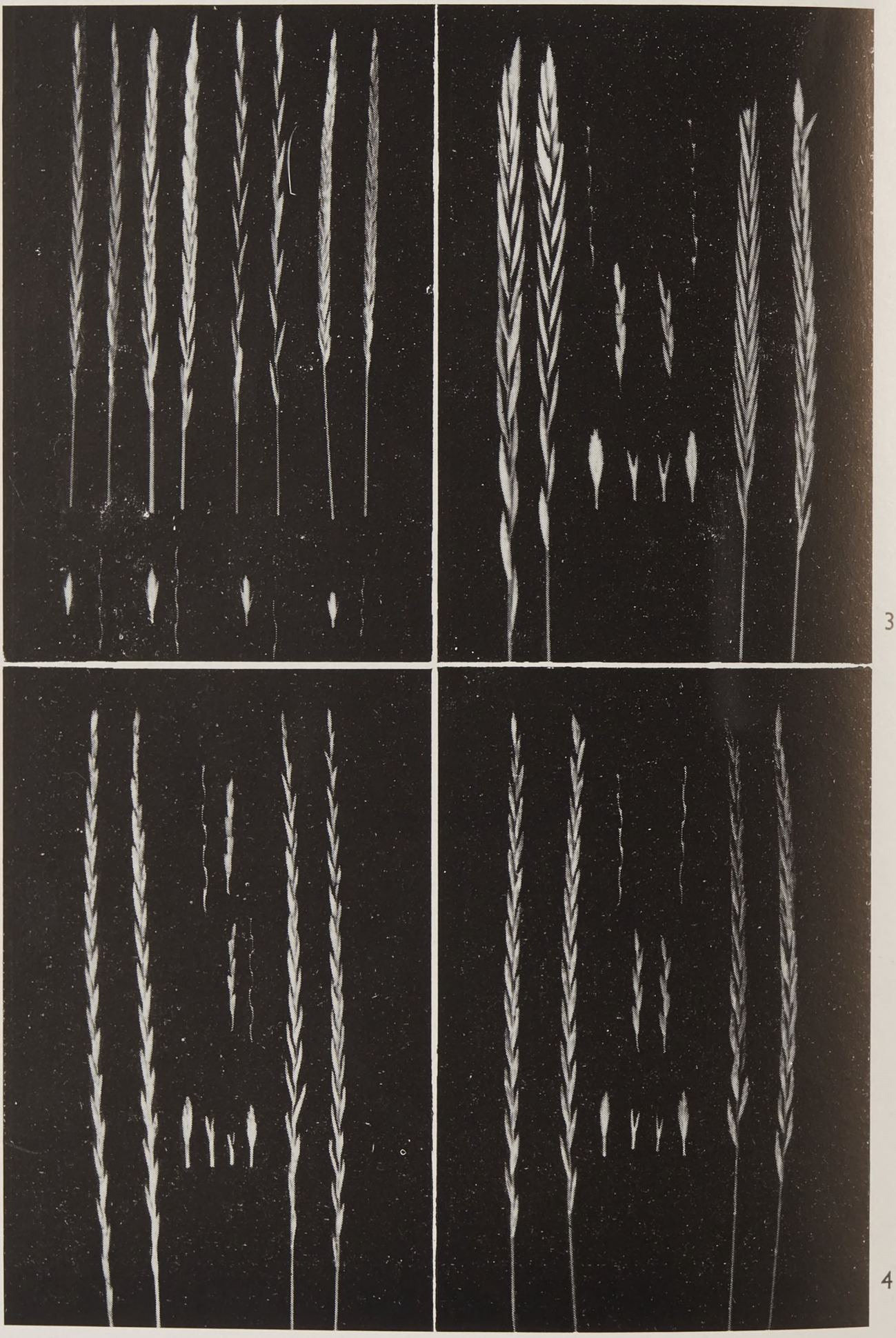


PLANCHE 37. — 1. *A. repens* (L.) P. B. $2n = 42$. — 2. *A. littorale* (Host) Dum. $2n = 42$. — 3. *A. intermedium* (Host) P. B. $2n = 42$. — 4. *A. campestre* G. G. $2n = 56$.

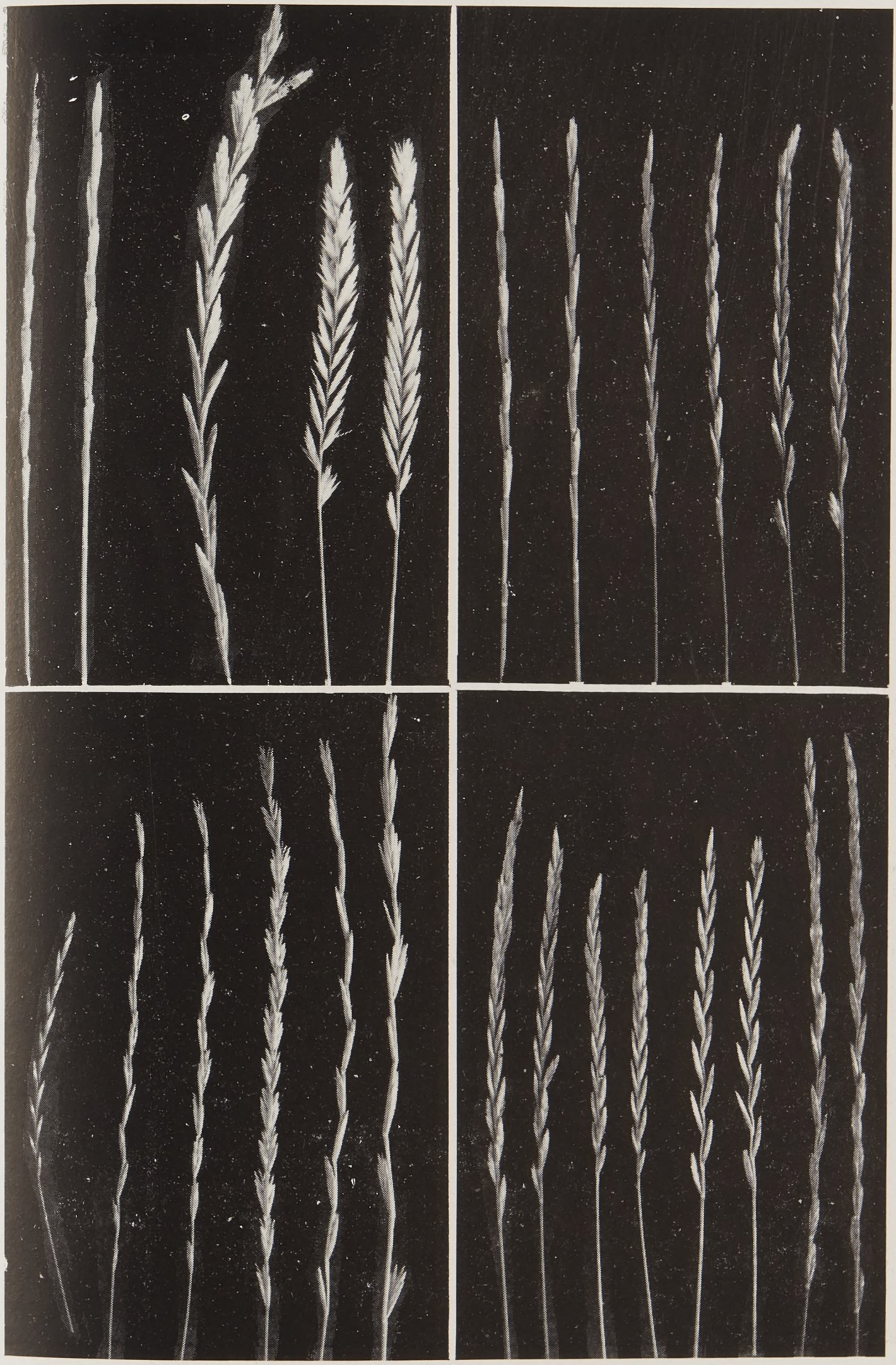


PLANCHE 38. — 1. Hybride *A. junceum med.* × *A. littorale*. De gauche à droite : ♀ (2 épis), F_1 (1 épi), ♂ (2 épis). — 2. Hybride *A junceum med.* × *A. campestre*. De gauche à droite : ♀ (2 épis), F_1 (2 épis), ♂ (2 épis). — 3. Hybride *A. junceum med.* × *A. intermedium*. De gauche à droite : ♂ (1 épi), F_1 (4 épis venant de deux plantes différentes), ♀ (1 épi). — 4. Hybride *A. campestre* × *A. intermedium*. De gauche à droite : ♀ (2 épis), F_1 (4 épis venant de deux plantes différentes), ♂ (2 épis).

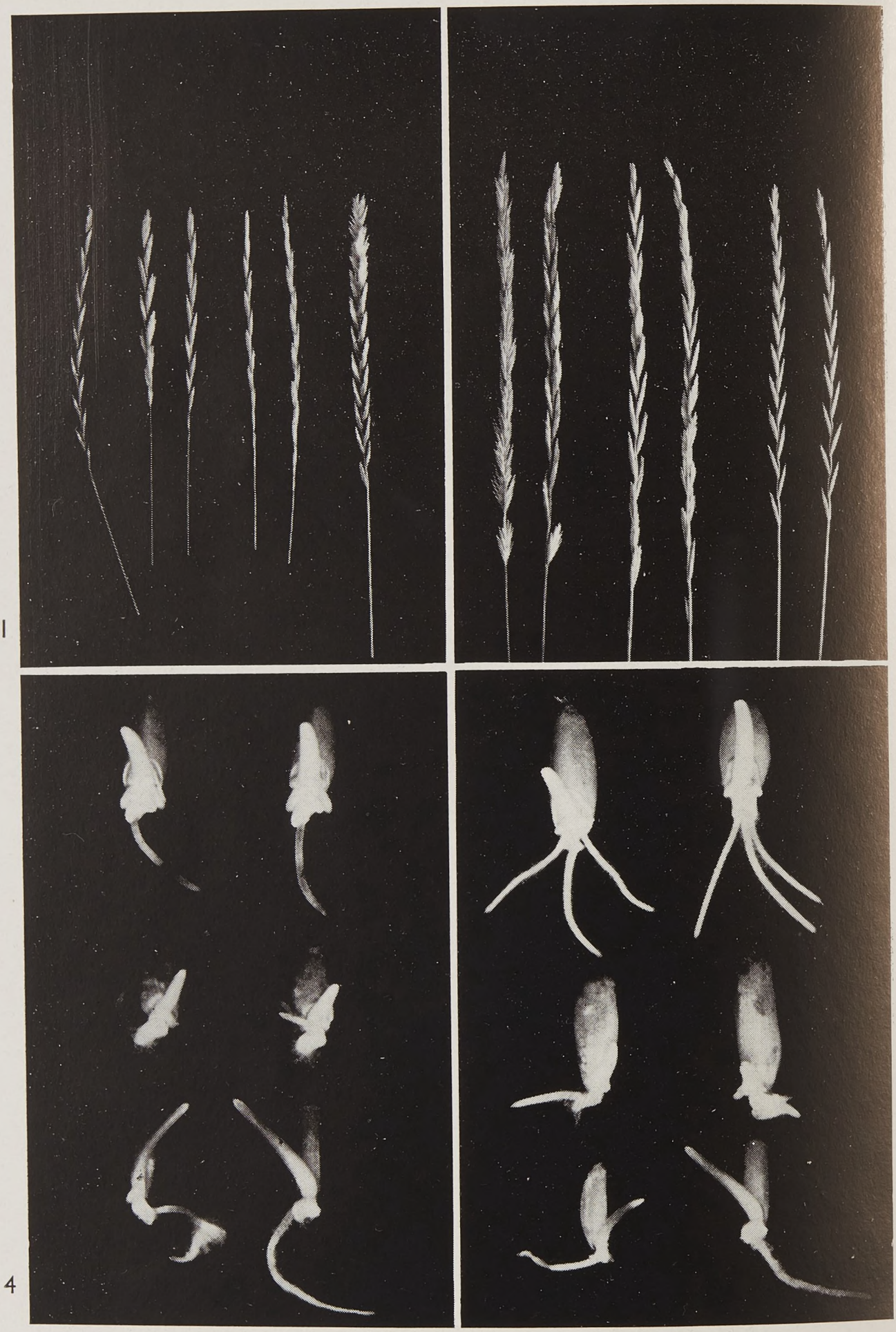


PLANCHE 39. — 1. Hybride *A. intermedium* × *A. littorale*. De gauche à droite : ♀ (1 épi), F_1 (4 épis venant de deux plantes différentes), ♂ (1 épi). — 2. Hybride *A. campestre* × *A. repens*. De gauche à droite : ♀ (2 épis), F_1 (2 épis), ♂ (2 épis). — 3. Hybride (*T. persicum* var. *rubiginosum* × *A. intermedium*). Développement des racines séminales. De bas en haut : ♀ (2 grains), F_1 (2 grains), ♂ (2 grains). — 4. Hybride (*T. dicoccum*) (Amidonnier blanc barbu) × *A. intermedium*). Développement des racines séminales. De bas en haut : ♀ (2 grains), F_1 (2 grains), ♂ (2 grains).

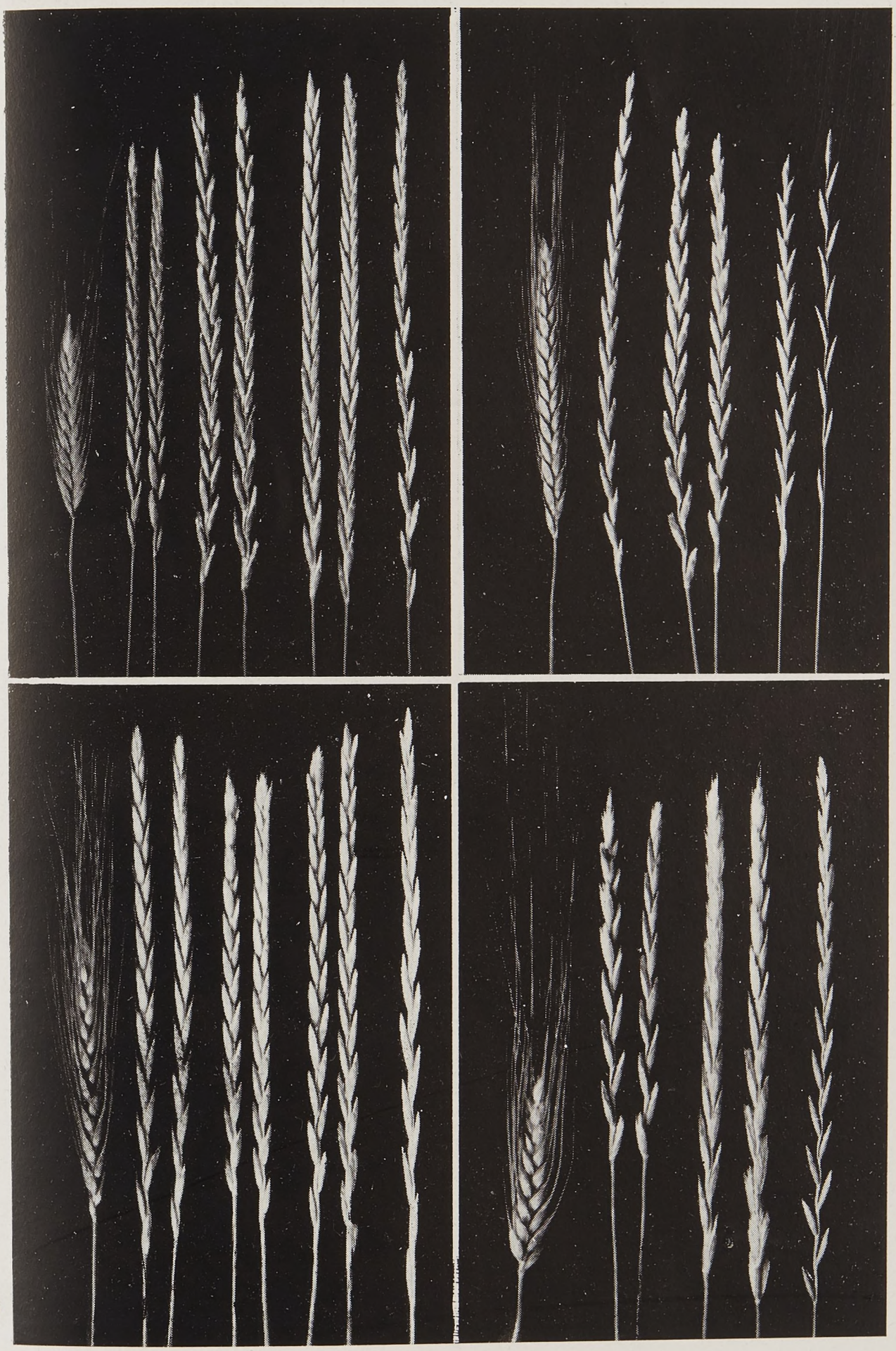
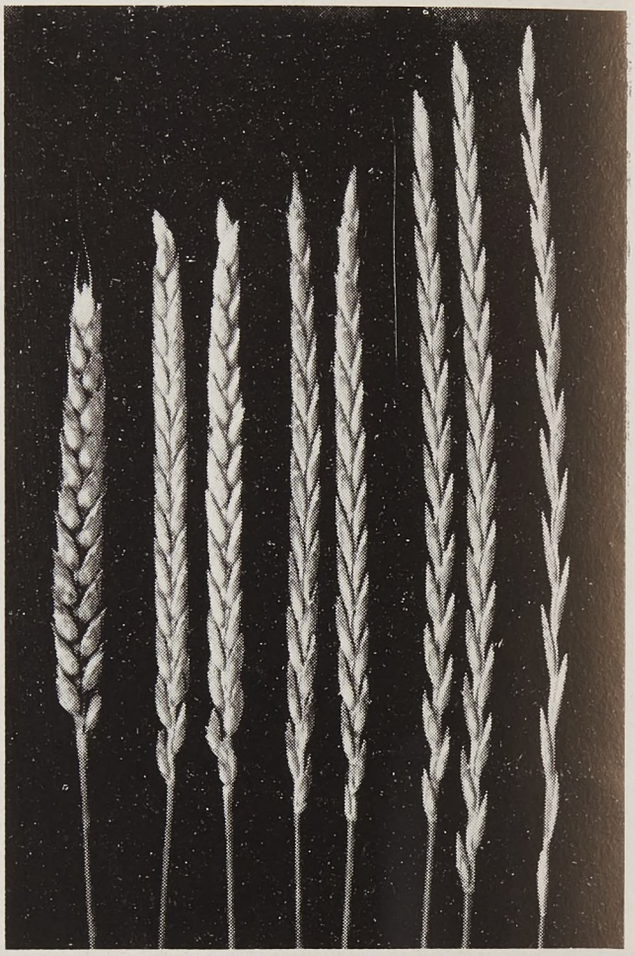
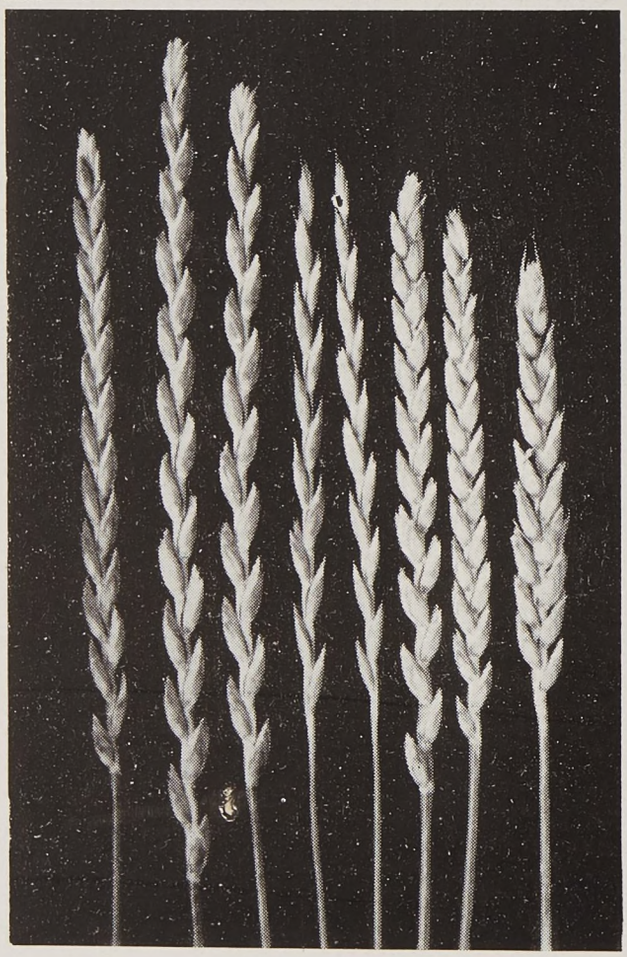


PLANCHE 40. — 1. (*T. Timopheevi* × *A. intermedium*). De gauche à droite : *T. Timopheevi*, 1 épi ; 1 plante F_1 (stérile), 2 épis ; 1 plante amphidiploïde (fertile), 2 épis ; 1 plante F_1 (stérile, 2 épis) ; *A. intermedium* (1 épi). — 2. (*T. dicoccum* × *A. intermedium*). De gauche à droite : *T. dicoccum*, 1 épi ; 1 plante F_1 (stérile), 1 épi ; 2 plantes amphidiploïdes (fertiles), 1 épi chacune ; 1 plante F_1 (stérile) 1 épi ; *A. intermedium* (1 épi). — 3. (*T. persicum rubiginosum* × *A. intermedium*). De gauche à droite : *T. persicum rubiginosum*, 1 épi ; 3 plantes F_1 (stériles), 2 épis chacune ; *A. intermedium*, 1 épi. — 4. (*T. durum mahmoudi* × *A. intermedium*). De gauche à droite : *T. durum mahmoudi*, 1 épi ; 2 plantes F_1 (stériles), 2 épis chacune ; *A. intermedium*, 1 épi.

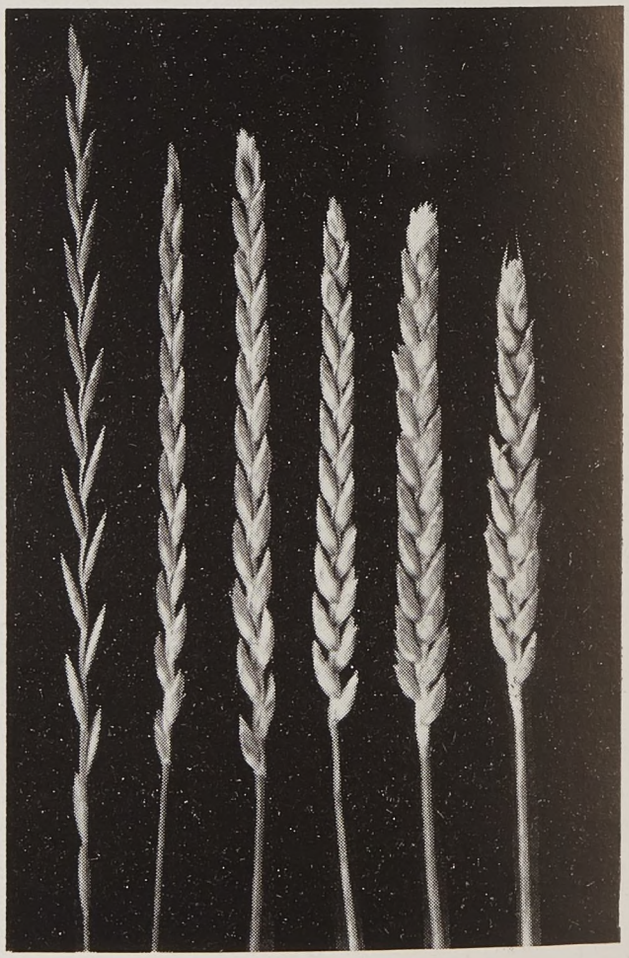
1



2



3



4

PLANCHE 41. — 1. (*T. vulgare* var. *Dr Mazet* × *A. intermedium*). De gauche à droite : *T. vulgare* var. *Dr Mazet*, 1 épi ; 4 plantes F_1, 1 épi chacune ; *A. intermedium*. — 2. (*T. vulgare* var. *Magdalena* × *A. intermedium*). De gauche à droite : *T. vulgare* var. *Magdalena*, 1 épi ; 3 plantes F_1, 2 épis chacune ; *A. intermedium*. — 3. (*T. vulgare* var. *Vilmorin* 27 × *A. intermedium*). De gauche à droite : 1 plante R_1 14/3, 1 épi ; 3 plantes F_2 de R_1, 2 épis chacune ; *T. vulgare* var. *Vilmorin* 27, 1 épi. — 4. (*T. vulgare* var. *Vilmorin* 27 × *A. intermedium*). De gauche à droite : *A. intermedium*, 1 épi ; 1 plante F_1 de R_1, 1 épi ; 2 plantes F_1 de R_2, 1 épi chacune ; *T. vulgare* var. *Vilmorin* 27, 1 épi.

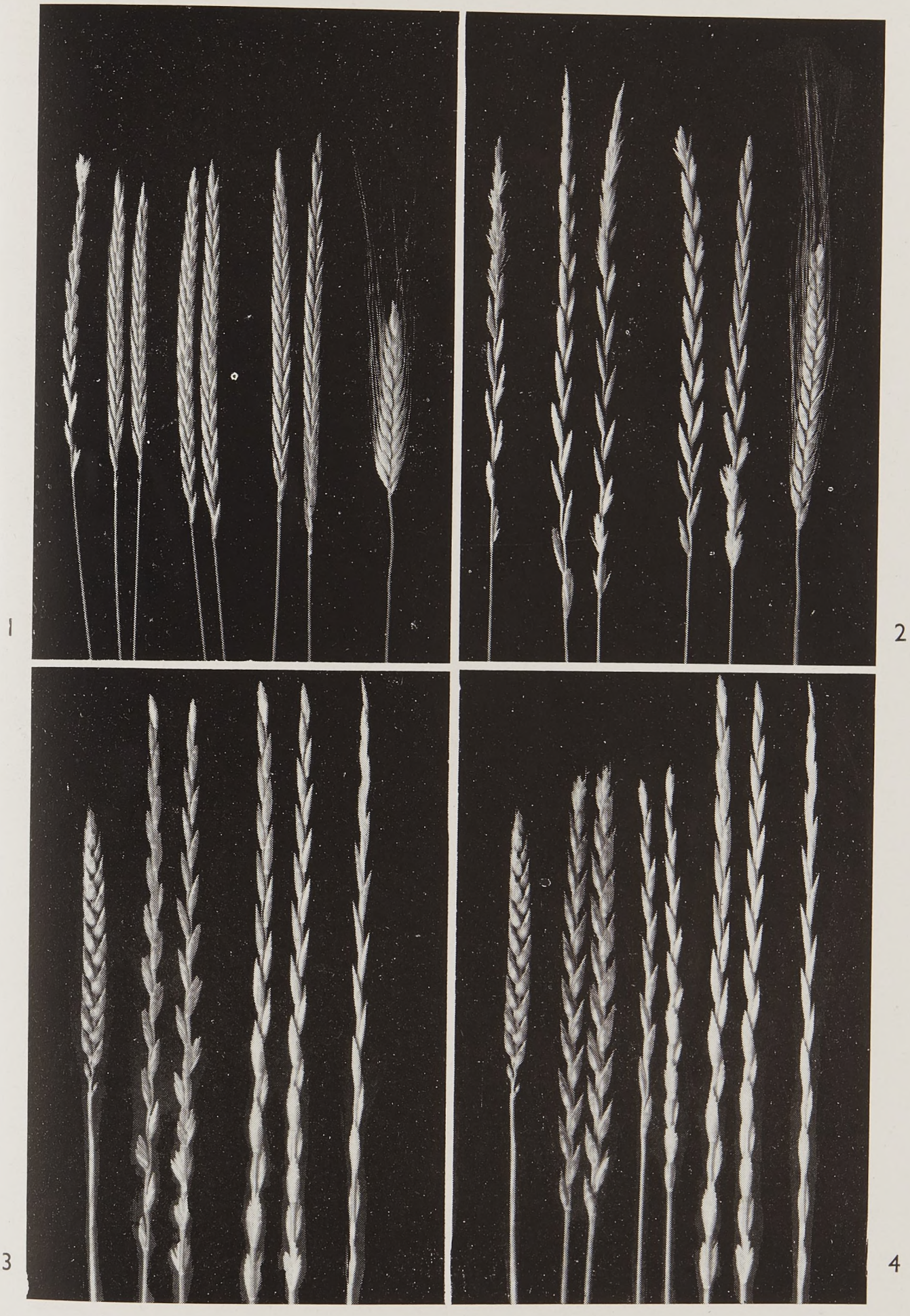


PLANCHE 42. — 1. (*T. Timopheevi* × *A. campestre*). De gauche à droite : *A. campestre*, 1 épi ; 3 plantes F_1, 2 épis chacune ; *T. Timopheevi*, 1 épi. — 2. (*T. dicoccum* × *A. campestre*). De gauche à droite : *A. campestre*, 1 épi ; 2 plantes F_1, 2 épis chacune ; *T. dicoccum*, 1 épi. — 3. (*T. vulgare* var. *Progress* × *A.* (*elongatum* 10*x*). De gauche à droite : *T. vulgare* var. *Progress*, 1 épi ; 2 plantes F_1, 2 épis chacune ; *A.* (*elongatum* 10*x*), 1 épi. — 4. *T. vulgare* var. *Progress* × *A.* (*elongatum* 10*x*); De gauche à droite : *T. vulgare* var. *Progress*, 1 épi ; F_1 de R_2, 2 épis ; F_1 de R_1, 2 épis ; F_1, 2 épis. *A.* (*elongatum* 10*x*), 1 épi.

TABLE DES MATIÈRES DE L'ANNÉE 1958

MADEC (P.). — Le rôle du tubercule-mère dans l'évolution des germes de la pomme de terre 5

SOLIGNAT (G.). — Observations sur la biologie du Châtaignier..... 31

BANNEROT (H.). — Possibilités d'utilisation de l'analyse séquentielle pour le contrôle des variétés-populations 59

RAUTOU (S.). — Le ricin en France méridionale 75

HUGLIN (P.). — Recherches sur les Bourgeons de la Vigne : Initiation florale et développement végétatif..... 113

CAUDERON (A.). — Les maïs-hybrides en France. Étude de la précocité..... 273

VALDEYRON (G.) et SEGUELA (J. M.). — Étude bibliographique et expérimentale sur le mitadinage 291

ECOCHARD (R.) et MANSAT (P.). — Une sélection massale est-elle applicable à la recherche d'un blé tendre peu sensible au piétin-verse ? 329

HEDIN (L.) et KERGUELEN (M.). — Recherches sur la production fourragère dans l'Auxois et sur son intensification 339

CAUDERON (Mme Y.). — Étude cytogénétique des Agropyrum français et de leurs hybrides avec les Blés 389

Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE.

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 22-1-1959.

Dépôt légal : 1er trim. 1959. *N° d'impression : 218.*